Digitized by the Internet Archive
in 2025 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/34444006902092

Königsberg 1869. Dr Fr. Goltz.

Die Chemie

in ihrer

Anwendung

auf

Agricultur und Physiologie.

Von

Justus von Liebig,

Vorstand der königl. Akademie der Wissenschaften ꝛc. zu München.

In zwei Theilen.

Siebente Auflage.

Erster Theil:

Der chemische Proceß der Ernährung der Vegetabilien.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1 8 6 2.

Agric. Soil.

Der chemische Proceß

der

Ernährung der Vegetabilien.

Von

Justus von Liebig,
Vorstand der königl. Akademie der Wissenschaften ꝛc. zu München.

88095
2/6/08.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1862.

Die Herausgabe einer Uebersetzung in französischer und englischer Sprache,
sowie in anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

An

Alexander von Humboldt.

Während meines Aufenthalts in Paris gelang es mir, im Sommer 1823 eine analytische Untersuchung über Howard's fulminirende Silber- und Quecksilber-Verbindungen, meine erste Arbeit, zum Vortrag in der Königlichen Akademie zu bringen.

Zu Ende der Sitzung vom 28. Juli, mit dem Zusammenpacken meiner Präparate beschäftigt, näherte sich mir, aus der Reihe der Mitglieder der Akademie, ein Mann und knüpfte mit mir eine Unterhaltung an; mit der gewinnendsten Freundlichkeit wußte er den Gegenstand meiner Studien und alle meine Beschäftigungen und Pläne von mir zu erfahren; wir trennten uns, ohne daß ich, aus Unerfahrenheit und Scheu, zu fragen wagte, wessen Güte an mir Theil genommen habe.

Diese Unterhaltung ist der Grundstein meiner Zukunft gewesen, ich hatte den für meine wissenschaftlichen Zwecke mächtigsten und liebevollsten Gönner und Freund gewonnen.

Sie waren Tags zuvor von einer Reise aus Italien zurückgekommen; Niemand war von Ihrer Anwesenheit unterrichtet.

Unbekannt, ohne Empfehlungen, in einer Stadt, wo der Zusammenfluß so vieler Menschen aus allen Theilen der Erde das größte Hinderniß ist, was einer nähern persönlichen Berührung mit den dortigen ausgezeichneten und berühmten Naturforschern und Gelehrten sich entgegenstellt, wäre ich, wie so viele Andere, in dem großen Haufen unbemerkt geblieben und vielleicht untergegangen; diese Gefahr war völlig abgewendet.

Von diesem Tage an waren mir alle Thüren, alle Institute und Laboratorien geöffnet; das lebhafte Interesse, welches Sie mir zu Theil werden ließen, gewann mir die Liebe und innige Freundschaft meiner mir ewig theuren Lehrer Gay-Lussac, Dulong und Thénard. Ihr Vertrauen bahnte mir den Weg zu einem Wirkungskreise, den seit 16 Jahren ich unabläſsig bemüht war, würdig auszufüllen.

Wie Viele kenne ich, welche, gleich mir, die Erreichung ihrer wissenschaftlichen Zwecke Ihrem Schutze und Wohlwollen verdanken! Der Chemiker, Botaniker, Physiker, der Orientalist, der Reisende nach Persien und Indien, der Künstler, Alle erfreuten sich gleicher Rechte, gleichen Schutzes; vor Ihnen war kein Unterschied der Nationen, der Länder. Was die Wissenschaften in dieser besonderen Beziehung Ihnen schuldig sind, ist nicht zur Kunde der Welt gekommen, allein es ist in unserer Aller Herzen zu lesen.

Möchten Sie es mir gestatten, die Gefühle der innigsten Verehrung und der reinsten aufrichtigsten Dankbarkeit öffentlich auszusprechen.

Das kleine Werk, welches ich mir die Freiheit nehme, Ihnen zu widmen, ich weiß kaum, ob ein Theil davon mir als Eigenthum angehört; wenn ich die Einleitung lese, die Sie vor 42 Jahren zu J. Ingenhouß Schrift »über die Ernährung der Pflanzen« gegeben haben, so scheint es mir immer, als ob ich eigentlich nur die Ansichten weiter ausgeführt und zu beweisen gesucht hätte, welche der warme, immer treue Freund von Allem, was wahr, schön und erhaben ist, welche der Alles belebende, thätigste Naturforscher dieses Jahrhunderts darin ausgesprochen und begründet hat.

Von der British association for the advancement of science habe ich 1837 in einer ihrer Sitzungen in Liverpool den ehrenvollen Auftrag erhalten, einen Bericht über den Zustand unserer Kenntnisse in der organischen Chemie abzustatten. Auf meinen Antrag hat die Gesellschaft beschlossen, den Herrn Dumas in Paris, Mitglied der Akademie, zu ersuchen, mit mir gemeinschaftlich die Abstattung dieses Berichts übernehmen zu wollen. Dies ist die Veranlassung zur Herausgabe des vorliegenden Werkes gewesen, worin ich die organische Chemie in ihren Beziehungen zur Pflanzenphysiologie und Agricultur, sowie die Veränderungen, welche organische Stoffe in den Processen der Gährung, Fäulniß und Verwesung erleiden, darzustellen versucht habe.

In einer Zeit, wo das rastlose Streben nach Neuem, oft so Werthlosem der jüngern Generation kaum einen Blick auf die Grundpfeiler gestattet, welche das schönste

und mächtigste Gebäude tragen, wo diese Grundpfeiler, des äußern Zierraths und der Tünche wegen, dem oberflächlichen Beobachter kaum mehr erkennbar sind, wenn in dieser Zeit ein Eindringling in fremde Fächer es wagt, die Aufmerksamkeit und Kräfte der Naturforscher auf Gegenstände des Wissens zu lenken, die vor allen anderen längst schon verdienten, zum Ziel und Zweck ihrer Anstrengung und Bemühung gewählt zu werden, so kann man des Erfolgs nicht gewiß sein; denn wenn auch des Menschen Wille, Gutes zu bewirken, keine Grenzen kennt, so sind doch seine Mittel und sein Können in engere Schranken eingeschlossen.

Ganz abgesehen von den besonderen Beobachtungen, die ich darin zusammengestellt habe, würde es für mich die größte Befriedigung sein, wenn die Principien der Naturforschung, welche ich in diesem kleinen Werke auf die Entwickelung und Ernährung der Pflanzen anzuwenden Gelegenheit bekam, sich Ihres Beifalls zu erfreuen das Glück hätten.

Gießen, den 1sten August 1840.

Dr. Justus Liebig.

Vorrede.

In den 16 Jahren, welche zwischen diesem Werke und der 6. Auflage meiner Chemie angewandt auf die Landwirthschaft und Physiologie liegen, hatte ich Gelegenheit genug die Hindernisse kennen zu lernen, die sich dem Uebergange wissenschaftlicher Lehre in das Gebiet der praktischen Landwirthschaft entgegenstellen.

Der Grund lag wesentlich darin, daß zwischen der Praxis und der Wissenschaft keine Verbindung hergestellt war.

Unter den Landwirthen hatte ziemlich allgemein das Vorurtheil Wurzel gefaßt, daß zu ihrem Betriebe eine niedrigere Bildungsstufe ausreichend sei als die, welche andere Industrielle bedürfen, ja daß der Landwirth seine praktische Befähigung durch Nachdenken und dadurch gefährde, wenn er sich aneigne, was die Wissenschaft zu seinem Besten erworben habe und ihm zur Verfügung stelle; was ihr Denkvermögen in Anspruch nahm, wurde als Theorie angesehen, die als der gerade Gegensatz der Praxis gering

geschätzt oder nicht beachtet wurde. Thatsache war, daß die wissenschaftliche Lehre oder Theorie dem praktischen Manne, sobald er versuchte sie anzuwenden, häufig nur Schaden brachte; was er anfing, kam oft genug verkehrt heraus; er wußte nicht, daß ihre richtige Anwendung den Menschen nicht von selbst zufällt und daß sie ähnlich wie die geschickte Handhabung eines zusammengesetzten Werkzeugs erlernt werden müsse.

Niemand wird es aber für gleichgültig halten, ob die Vorstellungen, welche einen Mann in seinem Betriebe leiten und die seine Handlungen bestimmen, richtig oder falsch sind.

Bei dem Mangel an allem Verständniß sah die Praxis in den richtigeren Begriffen, welche ihr die Wissenschaft in die Hand gab, in der Erläuterung der Vorgänge des Wachsthums der Pflanzen und des Antheils, welche der Boden, die Luft, die Bearbeitung und Düngung daran hat, kein Mittel zu Verbesserungen; indem die Landwirthe den Zusammenhang der wissenschaftlichen Lehre mit den Erscheinungen, die der Betrieb ihnen darbot, nicht aufzufinden vermochten, kamen sie von ihrem Standpunkte aus zu der Folgerung, daß überhaupt kein Zusammenhang zwischen beiden bestehe.

Der praktische Landwirth ließ sich von gewissen in seiner Gegend seit lange schon beobachteten und überlieferten Thatsachen leiten oder auch, wenn er sich zu allgemeineren Ansichten erhob, von gewissen Autoritäten, deren

System der Bewirthschaftung als Muster galt. Von einer Prüfung dieser Systeme konnte keine Rede sein, denn einen Maßstab dazu hatte man nicht.

Was Thaer in Möglin auf seinen Feldern für gut oder nützlich fand, galt für zweckgemäß und gut für alle deutschen Felder, und die Thatsachen zu denen Lawes auf einem ganz kleinen Streifen Feld in Rothamsted kam, wurden als Axiome für alle englischen Felder angesehen.

Unter der Herrschaft der Tradition und des Autoritätsglaubens verzichtete der praktische Mann auf das Vermögen die Thatsachen richtig aufzufassen, die ihm täglich vor Augen kamen, und er wußte zuletzt nicht mehr sie von bloßen Meinungen zu unterscheiden. Daher kam es dann, daß wenn die Wissenschaft die Wahrheit ihrer Erklärungen bezweifelte, sie behaupteten, die Wissenschaft habe die Existenz der Thatsachen bestritten. Wenn die erstere sagt, es sei ein Fortschritt den mangelnden Stalldünger durch seine wirksamen Bestandtheile zu ersetzen oder daß das Kalksuperphosphat kein specifischer Dünger für Rüben und das Ammoniak kein specifischer Dünger für Kornpflanzen sei, so meinten sie, die Wissenschaft habe deren Wirksamkeit geläugnet.

Um Mißverständnisse dieser Art erhob sich nun ein langer Streit; der praktische Mann begriff die wissenschaftlichen Folgerungen nicht und er glaubte seine überlieferten Ansichten vertheidigen zu müssen; sein Streit war nicht gegen die wissenschaftlichen Grundsätze, die er gar nicht

verstand, sondern gegen die eignen falschen Auffassungen gerichtet, die er sich davon gemacht hatte.

Bevor dieser Streit zum Austrag kommt und die Landwirthe selbst Schiedsrichter sind, kann eine wirksame Hülfe von Seiten der Wissenschaft kaum erwartet werden und ich bin in der That zweifelhaft darüber, ob diese Zeit jetzt schon gekommen ist. Ich setze aber meine Hoffnung auf die junge Generation, die mit einer ganz anderen Vorbereitung als ihre Väter in die Praxis tritt. Was mich betrifft, so habe ich das Alter erreicht, wo die Elemente des sterblichen Leibes eine gewisse Sehnsucht verrathen einen neuen Kreislauf zu beginnen, wo man daran denkt, sein Haus zu bestellen und man mit dem nicht zurückhalten darf, was man noch zu sagen hat.

Da ein jeder Versuch in der Landwirthschaft, ehe man das ganze Ergebniß vor sich hat, ein Jahr oder länger dauert, so bleibt mir kaum eine Aussicht, die Erfolge meiner Lehren zu erleben, und das Beste was ich in dieser Lage thun kann, scheint mir, sie so zu ordnen, daß ein Mißverständniß derselben für diejenigen, welche sich die Mühe nehmen sich genau damit bekannt zu machen, fernerhin nicht mehr möglich ist. Von diesem Gesichtspunkte aus muß man die polemischen Bestandtheile meines Buches beurtheilen; ich habe lange Zeit geglaubt, daß es in der Landwirthschaft genüge, die Wahrheit zu lehren um sie zu verbreiten, wie dies in der Wissenschaft üblich ist, und sich um den Irrthum nicht weiter zu bekümmern; ich

habe aber zuletzt eingesehen, daß dies ein falscher Weg gewesen ist, und daß die Altäre der Lüge zertrümmert werden müssen, wenn der Wahrheit ein fester Boden geschaffen werden soll. Es wird mir zuletzt Jedermann das Recht zugestehen, meine Lehre von dem Schmutze zu reinigen, mit dem man sie so viele Jahre hindurch unkenntlich zu machen versucht hat.

Es ist mir von vielen Seiten der Vorwurf gemacht worden, daß ich Unrecht habe den modernen Feldbau als eine Raubwirthschaft zu verurtheilen, und nach den Mittheilungen, die mir manche Landwirthe über ihren Betrieb gemacht haben, kann meine Beschuldigung gegen diese nicht aufrecht erhalten werden. Ich bin versichert worden, daß in Norddeutschland, im Königreich Sachsen, Hannover, Braunschweig rc. sehr viele Landwirthe auf das eifrigste besorgt seien, ihren Feldern sehr viel mehr zu geben als sie ihnen nehmen, so daß von einer Raubwirthschaft bei diesen nicht die Rede sein kann. Aber im großen Ganzen genommen sind es verhältnißmäßig doch nur Wenige, welche wissen, wie es mit ihren Feldern steht.

Bis jetzt habe ich noch keinen Landwirth angetroffen, der sich die Mühe genommen hätte, wie dies in anderen industriellen Betrieben als selbstverständlich gilt, ein Conto-Buch zu führen über jeden seiner Aecker, und darin ein- und abzuschreiben, was er jährlich zu- und ausführt.

Es ist wie ein altes vererbtes Uebel unter den Landwirthen, daß ein Jeder den Feldbau im Ganzen von sei-

nem eigenen engen Standpunkte aus beurtheilt, und wenn Einer das Unrecht vermeidet, so ist er geneigt, darin den Beweis zu sehen, daß Alle das Rechte thun.

Die noch jetzt dauernde enorme Knochenausfuhr aus Deutschland ist wohl ein thatsächlicher Beweis, wie klein im Allgemeinen die Anzahl der Landwirthe ist, welche um den gehörigen Ersatz an Phosphaten sich bekümmern, und wenn eine einzige kleine Fabrik in Baiern (Heufeld) an $1\frac{1}{2}$ Million Pfund Knochen aus der Umgegend von München nach Sachsen ausführt, so kann dies doch nur auf Kosten der Ausraubung der bairischen Felder geschehen.

Die Großen rauben die Kleinen aus, und der das Wissen hat den Unwissenden, und dies wird immer so geschehen.

Daß aber auch in Norddeutschland an vielen Orten ein frevelhafter Raub an den Feldern verübt wird, dürfte die künftige Geschichte der deutschen Rübenzuckerfabrikation vielleicht noch für viele Zeitgenossen erweisen.

Man hat durch die Anwendung von Kalksuperphosphat und Guano sehr hohe Erträge an zuckerreichen Rüben erzielt und da dies schon mehrere Jahre lang ohne Verminderung der Ernten Statt gefunden hat, so glauben die Rübenpflanzer in ihrem unverständigen Sinne, daß diese guten Erträge allezeit wiederkehren werden, im Angesichte der Thatsache, daß bei diesem Betriebe ihre Felder an Kali immer abnehmen und zuletzt erschöpft werden müssen. Das Kali sagen sie, sei ein viel zu kostbares

Düngmittel und da sie für den Preis desselben drei bis viermal mehr Superphosphat und Guano im Stande sind anzukaufen, so glauben sie noch Besseres mit deren Zufuhr für ihre Felder gethan zu haben. Wie hoch sich der Preis des Kalis in ihrem Stallmist stellt, mit dessen Hülfe sie es zu ersetzen glauben, dies wissen sie freilich nicht.

Nichts kann gewisser sein als daß sie sich in ihren Voraussetzungen täuschen und daß sie in ihren Melassen und in der Schlempkohle den für die Zuckererzeugung wichtigsten Stoff und damit ihre Felder veräußern. Sie werden die Erfahrung machen — vielleicht erst nach Jahrzehnten — die in Frankreich und Böhmen bereits unwidersprechlich vorliegt, daß bei diesem Verfahren von einem gewissen Zeitpunkte an, nicht allmählich sondern plötzlich, der Zuckergehalt der Rüben von 11 und 10 auf 4 und 3 Procente herabsinkt und daß das Ertragvermögen der nämlichen Felder, die sonst so hohe Zuckererträge geliefert haben, durch Kalksuperphosphat und Guano nicht wieder herstellbar ist.

Und so werden denn nach ein paar Menschenaltern die Gegenden, in welchen nach diesem Systeme jetzt noch der Zuckerbau blüht, als Beispiele citirt werden, wie weit es die Thorheit der Menschen bringen konnte in einem Betriebe, der seiner Natur nach auf ewige Zeiten hinaus auf denselben Feldern dauern kann ohne sie zu erschöpfen.

In England hat man ganz ähnliche Erfahrungen gemacht. Auf allen Turnipsfeldern, von denen man die Rü-

ben nahm, ohne das Kali zu ersetzen, trat die gleiche Verschlechterung ihrer Qualität ein und nur an den Orten, wo man die Rüben von den Schafen auf den Feldern selbst abweiden ließ und denen man ihren vollen Kaligehalt in dieser Weise erhielt, sind die Erträge ihrer Quantität und Qualität nach unverändert geblieben.

In dem vorliegenden ersten Bande dieses Werkes ist der Abschnitt aus den früheren Auflagen ausgeschlossen worden, welcher wie »der chemische Proceß der Gährung, Fäulniß und Verwesung« nicht in unmittelbarer Verbindung mit der Landwirthschaft steht; es sind durch die umfassenden und wichtigen Arbeiten von Pasteur, Berthelot, H. Schröder u. A. unsere Kenntnisse von dem Gährungs- und Fäulnißproceß seit 1846 sehr wesentlich erweitert worden, so daß ich eine besondere Bearbeitung derselben, mit welcher ich noch beschäftigt bin, für angemessen hielt.

München, im September 1862.

Justus von Liebig.

Inhaltsverzeichniß des ersten Bandes.

Einleitung in die Naturgesetze des Feldbaues.

Seite

Die Landwirthschaft vor 1840 . . . . 1 bis 9

Die damals herrschenden Ansichten über den Grund der Fruchtbarkeit der Felder und ihres Unfruchtbarwerdens durch den Feldbau. — Die Wirksamkeit des Stallmistes beruht auf einer gewissen Beschaffenheit desselben; auf welche Weise er diese erlange. — Die Bodenkraft, von ihr hängen die Erträge ab. — In jedem Boden ruht diese Kraft. — Sie ist durch die Kunst des Landwirthes erweckbar. — Humus ihr Träger. — Ursache der Unfruchtbarkeit der Felder. — Mergel, Gyps und Kalk als Reizmittel. — Misterzeugung eine Hauptaufgabe des praktischen Betriebes. — Die Futtergewächse als Misterzeuger. — Der Mist macht die Ernten. — Erschöpfung und Krankheit des Feldes, ihre Ursachen. — Theorie, was sich der praktische Mann darunter vorstellte. — Die Erfolge des Landwirthes mit seiner Geschicklichkeit zusammenhängend. — Forderung der Praxis an die Wissenschaft.

Die Landwirthschaft nach 1840 . . . . 9 bis 14

Theilnahme der Chemie an der Erforschung der Bedingungen des Lebens der Organismen. — Methode der Forschung hierbei. — Die Aschenbestandtheile der Gewächse sind Nahrungsmittel für die Pflanzen; sie werden durch den Pflanzenbau dem Felde entzogen; das Feld wird hierdurch unfruchtbar. — Erhaltung der Feldfruchtbarkeit durch Ersatz der entzogenen Bodenbestandtheile. — Der Mist enthält die Bodenbestandtheile; seine Wirkung als Pflanzennahrungsmittel ist hiervon abhängig. — Möglichkeit des Ersatzes des Stallmistes. — Die Aufgabe des Landwirthes ist die Erzielung hoher, immer steigender und dauernder Ernten. — Das Thun des Landwirthes von Naturgesetzen beherrscht; Wichtigkeit der Kenntniß derselben. — Die pflanzlichen Nährstoffe sind sämmtlich unorganischer Natur.

Seite

Geschichte der Mineraltheorie . . . . 14 bis 27

Die Hauptsätze der Pflanzenernährungslehre. — Directer Widerspruch mit den früheren Ansichten über dieselbe. — Der Ursprung des Kohlenstoffs in den wildwachsenden und in den cultivirten Pflanzen nach Saussure. — Aller Kohlenstoff der Pflanzen rührt von der Kohlensäure der Atmosphäre her. — Directe Versuche von Knop und Stohmann. — Ammoniak (Salpetersäure) als Quelle des Stickstoffs der Pflanzen. — Vorkommen des Ammoniaks. — Nach Saussure kein pflanzlicher Nährstoff. — Schleiden's Bemerkung hierzu. — Bildung der Salpetersäure aus dem Ammoniak. — Die Phosphorsäure als pflanzlicher Nährstoff, Saussure. — Die Alkalien und alkalischen Erden als pflanzliche Nährstoffe. Ansicht von Saussure, von Sprengel. — Die Nothwendigkeit der Aschenbestandtheile für die Pflanzen, von was sie abhängig. — Moleschott und Mulder, ihre Ansicht über den Ursprung des Kohlenstoffs in den Pflanzen. — Moleschott's wissenschaftliche Bedeutung. — Untersuchung des Froschfleisches. — Chemische Versuche, was zu ihrer Anstellung gehört. — Das Proteïn. — Mulder's Heranbildung zum Chemiker. — Art seiner Polemik. — Der Mineraldünger in seiner Beziehug zur Verbreitung und Anerkennung der Pflanzenernährungslehre.

Geschichte des Mineraldüngers . . . . 27 bis 74

Die Mineraldüngerbereitung, Grund. — Art und Weise derselben. — Enthielt die pflanzlichen Nährstoffe in Form schwer löslicher Verbindungen, daher seine langsame Wirkung. — Versuche von Lawes mit dem Mineraldünger. — Mit den einzelnen Bestandtheilen desselben; Erfolge. — Pusey's Ansicht über den Einfluß der Chemie auf die Landwirthschaft. — Lawes' Eintheilung der Dünger in organische und unorganische. — Beziehung dieser Eintheilung zur Mineraltheorie. — Das Ammoniak hat keine vorzugsweise Bedeutung als pflanzlicher Nährstoff. — Die Fruchtbarkeit der Felder ist von der Zufuhr der Ammoniaksalze, durch Zukauf von Außen, unabhängig. — Die Ammoniakmengen, welche die natürlichen Quellen liefern, sind für alle Zwecke der Cultur ausreichend; es kommt nur auf deren richtige Benutzung von Seiten des Landwirthes an. — Ersatzleistung der durch die Ernten entzogenen Bodenbestandtheile. — Art und Weise der Leistung, deren Zusammenhang mit der Feldbeschaffenheit. — Von der Beschaffenheit Eines Feldes kann man nicht auf die eines andern schließen. — Wichtigkeit der Ammoniakzuführung für Pflanzen mit unbedeutender Blättermenge und kurzer Vegetationszeit. — Lawes' Versuche mit Ammoniaksalzen für sich und mit Zusätzen anderer Nährstoffe, Resultate. — Pusey's Schlüsse aus den Lawes'schen Versuchen. — Die Größe der Ertragssteigerung auf den Feldern von Rothamsted durch Zuführung von Ammoniakverbindungen. — Die jährlich erzeugten Ammoniaksalze würden nur zur Düngung

Seite

eines kleinen Theiles der kultivirten Felder ausreichen. — Animalische Düngungsmittel, ihre Wirksamkeit gegenüber den aus ihnen bereiteten reinen Ammoniakverbindungen. — Die Aufgabe des Landwirthes bezüglich des Zukaufes von Ammoniak, Lehre der Wissenschaft, Lehre von Lawes. — Preis eines Düngers muß im Verhältniß stehen zu den durch ihn erzielbaren Erträgen und seiner Einwirkung auf das Feld. — Erfolge der Ammoniaksalzdünger, Preis derselben. — Lawes' Ansicht über das Verhalten und die Function der dem Culturboden zugeführten Ammoniaksalze. — Seine Versuche über die Kleekrankheit. — Gründe warum die zugeführten Nährstoffe auf den Kleewuchs nicht einwirkten, — die Bewurzelung des Klees und das Absorptionsvermögen des Bodens. — Die Pflanzenernährungslehre in ihrer Beziehung zu den Lawes'schen Versuchen und Auffassungen. — Die Wirksamkeit aller pflanzlichen Nährstoffe ist unbestreitbar. — Die Steigerung des Ertrages durch Zufuhr eines pflanzlichen Nährstoffes zeigt eine gewisse Feldbeschaffenheit an. — Ammoniak, von was seine ertragserhöhende Wirkung auf bestimmten Feldern abhängt. — Die Ernte, ihre Beziehungen zu Boden und Dünger. — Eine gleiche Menge desselben Düngmittels bringt auf verschiedenen Feldern verschiedene Erträge hervor. — Thatsachen, Bedeutung ihrer richtigen Beurtheilung. — Die Beschaffenheit eines Feldes, wie sie sein muß, damit ein bestimmtes Düngmittel sein Ertragsvermögen steigert. — Lawes' Verfahren bei Prüfung des Mineraldüngers. — Vorhersage seiner damit erzielten Erfolge; sie sind ein Beweis für die Richtigkeit der Mineraltheorie. — Ammoniak kein organischer Stoff. — Ziel zu welchem die Lawes'schen Versuche führten. — Jeder Specialdünger erschöpft das Feld. — Anwendung von Guano und Superphosphat, Erfolge. — Die Parteistellung der Agriculturgesellschaft in England, deren Motive nach Thompson. — Das Glaubensbekenntniß des britischen Farmers nach demselben. — Gilbert's Studium wissenschaftlicher Werke, die Genauigkeit und Vollständigkeit der von ihm gegebenen Nachweise aus solchen. — Die Brache, ihr Einfluß auf den Stickstoffgehalt des Bodens. — Bildung von Salpetersäure. — Krocker's Untersuchung über den Stickstoffgehalt der Ackererde. — Die Absorptionsfähigkeit des Bodens gegen pflanzliche Nährstoffe, Thompson und Way. — Deren Beziehung zur langsamen Wirksamkeit des Mineraldüngers. — Festhaltung des Ammoniaks durch den Boden; seine Anhäufung darin; Hinderung des durch die Fäulniß gebildeten sich in der Luft zu verbreiten. — Der Ammoniakgehalt der Luft, woher er stammt. — Der Verbrennungsproceß, eine neue Quelle der Ammoniakbildung. — Salpetrigsaures Ammoniak, seine Bildung nach Schönbein.

Der Zustand der Naturwissenschaften in England . . 74 bis 86

Grundzug des englischen Charakters. — Die Pflege der Wissenschaft in England. — Art und Weise der englischen Forschung. — Die Chemie in England. — Was man

Seite

unter Praxis daselbst versteht. — Die Agriculturgesellschaft in England und ihre Mitglieder. — Die wissenschaftlichen Vereine dortselbst, ihre Beziehungen zur Politik. — Die landwirthschaftlichen Forschungen in England, ihr Werth. — Die Mästungsversuche von Lawes und Gilbert, verglichen mit den deutschen Untersuchungen über den thierischen Ernährungsproceß. — Empirie und Wissenschaft, die Erfolge beider in England. — Die chemische Industrie daselbst; ihre mechanischen Hülfsmittel; die wissenschaftliche Grundlage derselben; Einfluß der deutschen chemischen Schule auf sie. — Die englische Landwirthschaft unberührt von dem Einflusse der Wissenschaft. — Die Fortschritte der deutschen Landwirthschaft ihr gegenüber.

Der Feldbau und die Geschichte . . . . 86 bis 134

Früherer Begriff von »Beobachtung«, »Erklärung« und »Ursache«. — Die Grundlagen der Naturforschung sind Beobachten und Untersuchen, Wesen derselben. — Naturgesetze, Definition; einfache und zusammengesetzte. — Erforschung einer Naturerscheinung bedingt durch Nachdenken und Kenntnisse. — Kenntnisse, Material mit welchem die Gedanken arbeiten. — Hypothese, Theorie, die Erklärung derselben. — Die ersten Lebensbedingungen der Menschen. — Die Beziehungen des Naturgesetzes zum Menschen und Thier. — Das Bestehen der Völker hängt von der Fortdauer der Fruchtbarkeit des Bodens ab. — Die römische Geschichte, was sie in dieser Beziehung lehrt. — Früherer und jetziger Zustand der römischen Felder. — Krieg und Frieden, ihr Einfluß auf die Bevölkerung; Einfluß der Abnahme des Ertragsvermögens auf dieselbe, Beispiel Griechenland. — Columella, seine Ansicht über das Unfruchtbarwerden der Erde. — Die Abnahme der Bevölkerung Roms zu Julius Cäsar's und Augustus' Zeiten. — Ausraubung der Felder, Erfolge. — Die Bauernwirthschaft, ihr Aufhören. — Die römische Agriculturgesetzgebung in ihrer Wirkung auf die Ertragsfähigkeit der Felder blieb erfolglos. — Die Ausraubung der römischen Provinzen, ihre Wirkung. — Die Vermehrung der Thiere steht im Verhältniß zur Zunahme ihrer ersten Lebensbedingungen. — Der Raubbau in Spanien. — Die frühere Fruchtbarkeit und starke Bevölkerung Spaniens unter den Arabern. — Die Wirkungslosigkeit der spanischen Gesetzgebung gegen die allmälige Erschöpfung des Bodens. — Früheres und jetziges Ertragsvermögen der Felder Castiliens. — Kampf der Christen und Mauren in Spanien, Ursache. — Der Raubbau, seine verschiedenen Stadien. — Der Raubbau in Nordamerika. — Die Erhaltung der Bevölkerung der Länder ist von der Erhaltung der Fruchtbarkeit der Felder abhängig. — Die Zunahme der Bevölkerungen China's und Japan's. — Grundlage der dortigen Landwirthschaft ist der Ersatz aller durch die Ernten entzogenen Bodenbestandtheile. — Die europäische Landwirthschaft, ihr Gegensatz. — Die Landwirthschaft des vorigen Jahrhunderts nach Schubert. — Einfluß des Gypses, der Kartoffeln und des Guano auf die Verlängerung des Raub-

Seite

baues in Europa. — Die Erschöpfung der Ackerkrume durch die Dreifelderwirthschaft; Wiederbereicherung derselben durch den Anbau der Futterkräuter; Mitwirkung des Gypses hierbei. — Bedeutung der Kartoffeln als Nahrungsmittel; ihre Wirkung auf die Zunahme der europäischen Bevölkerung. — Verhalten der Kartoffelpflanze gegen den Boden, ihre lohnenden Erträge selbst in mittelmäßigem. — Einfluß der Kartoffelnahrung auf die körperliche Ausbildung der Menschen und Thiere, Boussingault's Versuche. — Verminderung der mittleren Mannesgröße, Tiedemann's und Meyer's Angaben. — Kriege und Hungersnoth im Anfange dieses Jahrhunderts, ihr Einfluß auf die europäischen Bevölkerungen und auf das Sichtbarwerden der Felderschöpfung. — Einfluß der Auswanderung. — Zunahme der Bevölkerungen in den Jahren 1816 bis 1846 in verschiedenen Ländern. — Bedeutung der Anwendung des Guano bezüglich der Fortdauer der europäischen Bevölkerungen. — Mehrerträge durch die Guanodüngung. — Größe der Guanoeinfuhr in England. — Die nur mehr kurze Dauer der Guanovorräthe bei Fortdauer des jetzigen Verbrauchs. — Die Kornausfuhr aus Nordamerika; ihre Abnahme mit der fortgeschrittenen Ausraubung der dortigen Felder und der Vermehrung seiner Bevölkerung. — Hoher Guanoverbrauch Amerikas in den letzten Jahren. — Kornausfuhr aus einem Lande, Bedingung derselben. — Naturgesetzlicher Verlauf der Raubwirthschaft. — Die Einwohnerzahl der europäischen Staaten steht nicht im Verhältniß zum Productionsvermögen ihrer Felder. — Die Fortdauer der gegenwärtigen Bewirthschaftung, ihre Folgen. — Der englische Raubbau. — Die Knochen- und Guanoeinfuhr in England; die hierdurch erzeugten Kornwerthe. — Das jetzige Productionsvermögen der englischen Felder, wenn die eingeführten Düngerbestandtheile im Kreislaufe ohne Verlust auf ihnen geblieben wären; Folgen dieses Verlustes. — England ernährt seine Bevölkerung nicht durch eigene Production. — Verlust der ungeheuren Menge Düngstoffe, die England jährlich einführt, sein Einfluß auf die übrigen Länder. — Der Selbstvernichtungsproceß in allen europäischen Staaten. — Die Abnahme des Tabacksbaues in der Pfalz. — Die Mittelerträge der Felder des baierischen Donaugebietes gegenüber denen der Rheinpfalz. — Die Knochen- und Kornausfuhr aus Baiern, ihre Wirkung auf seine Felder. — Die Erhaltung des Wohlstandes eines Landes, von was sie abhängig. — Eingriff in die Weltordnung durch Zerstörung der Bedingungen der Fruchtbarkeit der Felder.

Die Nationalökonomie und die Landwirthschaft . . 134 bis 156

Adam Smith, seine Ansichten über die Erfolge, welche die Erhaltung und Erhöhung der Fruchtbarkeit der Felder eines Landes auf den Reichthum desselben und das Gedeihen und Vermehren seiner Bevölkerung hervorbringt. — Die früheren und jetzigen Ansichten über die Ursachen der Naturerscheinungen. — Der Boden, die Quelle aller Güter und

Seite

Werthe, die der Mensch zu seinen Lebensbedürfnissen verwendet. — Die Bevölkerung und der Reichthum eines Landes steht in Beziehung zu dem Gehalte des Bodens an pflanzlichen Nährstoffen; deren Dauer von der Erhaltung der Bodenbestandtheile — Unzerstörlichkeit der Bodenbestandtheile. — Ihre fortdauernde Wirksamkeit, wenn sie dem Boden immer wieder zugeführt werden. — Kornausfuhr und Verlust von dessen Bodenbestandtheilen in den Städten, Rückwirkung auf das Ertragsvermögen der Felder. — Die vollkommenste mechanische Bearbeitung kann die Bodenerschöpfung nicht aufheben; an und für sich macht sie den Boden jedes Jahr ärmer. — Art und Weise der Wirkung der mechanischen Arbeit auf den Boden. — Die Mehrerträge des Feldes sind nicht proportional der darauf verwendeten Arbeit, Gesetz von J. St. Mill; Gründe. — Die Brache beruht auf den naturgesetzlichen Beziehungen der Atmosphäre und des Wassers zum Boden; Wirkung der Bearbeitung hierbei. — Die Drainirung bezüglich ihrer Wirkung auf den Boden ist eine eigene Form mechanischer Arbeit; sie veranlaßt eine Bewegung der Lufttheilchen zu den Erdtheilchen; sie befördert die Erschöpfung des Bodens. — Die Stallmistwirthschaft, ihre Wirkung auf die Verbreitung der Nährstoffe im Boden, die Ackerkrume wird auf Kosten des Untergrundes bereichert. — Der Fortschritt wird durch richtige Ideen bedingt. — Landwirthschaftlicher Betrieb, seine Aehnlichkeit mit dem industriellen. — Die Dauer der Erträge, wie sie der Landwirth erhält. — Der Verwitterungsproceß, sein Einfluß auf die chemisch gebundenen Nährstoffe des Bodens; die durch ihn wirksam gewordenen sind gleichsam für den Zuwachs der Bevölkerungen bestimmt. — Das Gesetz des Wiederersatzes, wie ihm der Landwirth entsprechen soll; Folgen seiner Beachtung und Nichtbeachtung. — Die gegenwärtige verbesserte Lage des Landwirths, Ursache. — Die landwirthschaftliche Production hält nicht gleichen Schritt mit der Consumtion. — Erfolge durch die richtige Einsicht des Landwirthes in seinen Betrieb. — Die Städteexcremente, ihre Nutzbarmachung, die hohe Bedeutung einer gewissenhaften Aufsammlung derselben.

Der chemische Proceß der Ernährung der Vegetabilien.

Gegenstand . . . . 3 bis 4

Aufgabe der organischen Chemie. — Bedingungen des Lebens der organischen Wesen; der Pflanzen. — Die Nahrungsmittel der Pflanzen sind anorganischer Natur.

Seite

Die allgemeinen Bestandtheile der Vegetabilien . . . 4 bis 7

Die organischen Pflanzenbestandtheile enthalten alle Kohlenstoff und Wasserstoff. — Zusammensetzung der Kohlenhydrate, der Säuren, der flüchtigen und fetten Oele, des Wachses, der Harze, der stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile. — Eintheilung der stickstofffreien und stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile in Hauptgruppen. — Bedingungen ihrer Bildung in den Pflanzen.

Der Ursprung und die Assimilation des Kohlenstoffs . . 7 bis 36

Humus, frühere Ansicht über seine Bedeutung als pflanzliches Nahrungsmittel. — Entstehung. — Begriff. — Die verschiedenen Modificationen des Humus, ihr Verhalten gegen Alkalien, ihre verschiedene Zusammensetzung. — Die Humussäure, ihr Kohlenstoffgehalt je nachdem sie aus verschiedenen Materialien bereitet wurde, ihr Aschengehalt nach Mulder. — Humussäure und Humin der Chemiker, der Landwirthe. — Die Eigenschaften dieser beiden Körper lassen sich nicht übertragen auf die organischen Körper der Dammerde. — Ansicht über die Wirkung der Humussäure als directes Nahrungsmittel; deren Einfluß auf die Erkenntniß des Ernährungsprocesses der Pflanzen. — Eigenschaften der Humussäure, ihre Löslichkeit in Wasser für sich und als Salze. — Kaltes Wasser entzieht der Dammerde nur Spuren organischer Materien. — Unmöglichkeit der Bildung des Kohlenstoffes der Pflanzen aus der direct aufgenommenen Humussäure, Gründe. — Menge des Kohlenstoffs, welche in Feld, Wald und Wiese producirt wird; Ursprung derselben. — Constanter Sauerstoffgehalt der Atmosphäre. — Volumen der Atmosphäre. — Volumen des in ihr enthaltenen Sauerstoffs und der Kohlensäure. — Verwesungs- und Verbrennungsprocesse, ihr Bedarf an Sauerstoff. — Die hierdurch gebildete Kohlensäure. — Der Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure ist in den verschiedenen Jahreszeiten und in verschiedenen Höhen verschieden. — Er ist es nicht in den einzelnen Jahren, Gründe. — Die Ursache, welche die Anhäufung der Kohlensäure in der Atmosphäre hindert und das Constantbleiben des Sauerstoffgehalts in derselben bedingt, ist in dem Lebensproceß der Pflanzen zu suchen. — Die Pflanzen zerlegen die Kohlensäure. — Ausscheidung des der aufgenommenen Kohlensäure gleichen Volumens Sauerstoff hierbei. — Naturgesetzlicher Zusammenhang des Thier- und Pflanzenlebens. — Die in der Atmosphäre enthaltene Kohlensäure ist ausreichend zur Bildung des Kohlenstoffs der gesammten Pflanzenwelt, Beweise. — Die Kohlensäure wird unter dem Einflusse des Lichtes zersetzt. — Ausgleichung des Kohlensäuregehaltes der Luft in der heißen und kalten Zone. — Der Kohlenstoffgehalt der Steinkohlen, der Braunkohlen und des Torfes stammt aus der Atmosphäre. — Höherer Gehalt an Sauerstoff der jetzigen Atmosphäre gegenüber dem der Urwelt. — Holzfaser, wie man sich deren Bildung aus dem durch die Pflanzen aufgenommenen Humus dachte. — Pflanzliches Nahrungsmittel,

Seite

seine Beschaffenheit, um von der Pflanze assimilirt zu werden. — Verhalten der Pflanzen bezüglich der Kohlensäure; ihre Nichtzersetzung bei Abwesenheit des Lichtes. — Ingenhouß, Saussure, Grischow. — Einfluß des Sauerstoffs auf die Pflanzen. — Größe der Sauerstoffabsorption durch verschiedene Pflanzen; Weg um sie zu bestimmen. — Oxydation der Bestandtheile der grünen Blätter und des Holzes. — Zusammensetzung des Holzes; Unterschied von der der Holzfaser, Grund. — Zusammensetzung des in Verwesung begriffenen Holzes. — Die Aushauchung der Kohlensäure im Dunkeln, ein mechanischer Prozeß, steht nicht in Beziehung mit dem Pflanzenleben. — Einfluß des Bodens auf die Größe der Kohlensäureaushauchung. — Die Pflanze giebt mehr Sauerstoff an die Luft ab, als sie aus ihr absorbirt, Beweise. — Davys Versuche.

Ursprung und Verhalten des Humus . . . . . 37 bis 46

Die Verwesung ein langsamer Oxydationsproceß. — Verwesungsproceß der Holzfaser. — Humus, in Verwesung begriffene Holzfaser. — Moder, Entstehung, Vorkommen. — Humus des Bodens, durch seine Verwesung entsteht eine Quelle von Kohlensäure. — Kohlensäuregehalt der in der Ackererde enthaltenen Luft nach Boussingault. — Wichtigkeit einer Kohlensäurequelle im Boden für die Entwickelung der jungen Pflanzen. — Kohlensäureaufnahme aus der Luft durch die Blätter. — Oberfläche der Aufnahmsorgane der Pflanzen und Zunahme an Masse in einer gegebenen Zeit, in welchem Verhältnisse sie stehen. — Kohlensäurequelle im Boden bei Vorhandensein der zu ihrer Assimilation nöthigen anderen Nährstoffe, ihre hohe Bedeutung. — Blätter, ausgebildete, deren Verhalten und Function. — Verhalten der in den Pflanzen gebildeten organischen Stoffe während der Blüthe und Fruchtbildung. — Wurzelausscheidungen. — Bereicherung des Bodens an kohlenstoffhaltigen Stoffen durch die zurückgelassenen Ernterückstände. — Der Boden wird in der Pflanzencultur nicht an seinem Kohlenstoffgehalt erschöpft, dieser vermehrt sich vielmehr. — Aller pflanzlicher Kohlenstoff stammt von der Kohlensäure der Luft. — Der Humus für sich kein pflanzliches Nahrungsmittel. — Der Humus im Boden als Stickstoffquelle.

Der Ursprung und die Assimilation des Wasserstoffs 46 bis 54

Der Wasserstoff der stickstofffreien Pflanzenbestandtheile stammt von Wasser. — Bildung der stickstofffreien Pflanzenbestandtheile. — Die Kohlenhydrate, ihre leichte Ueberführbarkeit in einander. — Ihre gegenseitigen Beziehungen. — Die Pflanzensäuren. — Ihre Beziehungen zur Kohlensäure. — Entstehung der Pflanzensäuren. — Constitution der Aepfel-, Wein-, Citronensäure. — Ihr Uebergang in lösliche Kohlenhydrate. — Der Assimilationsproceß der Pflanzen ein Desoxydationsproceß. — Vorgang.

Seite

Der Ursprung und die Assimilation des Stickstoffs 54 bis 82

Der Stickstoff der Atmosphäre wird von den Pflanzen nicht assimilirt. — Das Ammoniak (Salpetersäure) die Quelle des Stickstoffs in den Pflanzen. — Metamorphosen des Ammoniaks bei Einwirkung anderer Körper. — Ausfuhr von Stickstoff in den landwirthschaftlichen Producten. — Nichtabnahme des Bodens an assimilirbarem Stickstoffe hierbei. — Die Quelle, aus welcher der Stickstoff dem Boden und der Pflanze fortwährend zufließt, ist die Atmosphäre. — Beweise. — Gehalt der Atmosphäre an Ammoniak. — Abstammung. — Menge. — Untersuchungen von Horsford, Porre, Bineau, Kemp, Gräger, Fresenius — Gehalt der atmosphärischen Niederschläge an Ammoniak (Salpetersäure), Untersuchung von Boussingault, Barral, Bineau. — Gletschereis, Ammoniakgehalt. — Brunnenwasser, Gehalt an Salpetersäure und Ammoniak. — Ammoniakverbindungen in dem Safte der Pflanzen. — Ihre fortwährende Verwendung und Verminderung beim Pflanzenwachsthum. — Wirkung der stickstoffhaltigen Düngmittel auf die Vermehrung der stickstoffhaltigen Bestandtheile in den Pflanzen. — Wirkung des Harns, des Guanos. — Die flüssigen und festen Thierexcremente, deren verschiedener Stickstoffgehalt. — Wichtigkeit der flüssigen Excremente als Stickstoffquelle für die Pflanzen; der Harn enthält die stickstoffhaltigen Umsetzungsproducte des Thierkörpers; in ihm ist der von den Pflanzen aus der Atmosphäre aufgenommene Stickstoff wieder enthalten. — Zuführung der Excremente zum Boden; fortwährende Vermehrung seines Gehaltes an assimilirbaren Stickstoffverbindungen hierdurch. — Zweckmäßige Form des Stickstoffs der Excremente; sein auffallender Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens wodurch bedingt. — Wirkung des Gypses, des Eisenoxyds, der Thonerde auf das Ammoniak, die des Kohlenpulvers und des Humus auf dasselbe. — Kohlensäure, Wasser und Ammoniak die Bedingungen der Erzeugung aller Pflanzen- und Thierstoffe.

Der Ursprung des Schwefels . . . . 83 bis 90

Die Eiweißkörper des Blutes und der Milch sind identisch mit den in den Pflanzen vorkommenden; sie stammen aus ihnen; ihr Gehalt an Schwefel. — Die flüchtigen Schwefelverbindungen der Pflanzen aus der Familie der Cruciferen. — Aus den schwefelsauren Salzen entnimmt die Pflanze den Schwefel zur Bildung ihrer schwefelhaltigen Bestandtheile. — Die Schwefelsäure ein pflanzlicher Nährstoff. — Bedeutung des schwefelsauren Ammoniaks, des Gypses für die Pflanzen. — Verhältniß des Schwefels und des Stickstoffs in den Eiweißkörpern. — Art und Weise des Uebergangs des Schwefels in organische Verbindung.

Die anorganischen Bestandtheile der Vegetabilien . . 91 bis 114

Wichtigkeit der Aschenbestandtheile der Pflanzen; unter ihrer Vermittlung geschieht das Organischwerden der Kohlen-

Seite

säure, des Wassers und des Ammoniaks, sowie der Aufbau der Pflanzenorgane. — Constantes Verhältniß zwischen der Phosphorsäure und dem Stickstoffe in den Samen. — Abhängigkeit der Bildung der organischen Säuren, und damit der Kohlenhydrate, von der Anwesenheit der Alkalien und alkalischen Erden im pflanzlichen Organismus. — Boden, sein Einfluß auf den Gehalt der Pflanzen an den basischen Aschenbestandtheilen; Saussure's und Berthier's Untersuchungen. — Vertretbarkeit der basischen Aschenbestandtheile in den Pflanzen, von was sie abhängig. — Versuche mit Salsola-Arten. — Die alkalischen Basen sind pflanzliche Nährstoffe. — Vertretung der organischen Säuren und Basen durch anorganische in den Pflanzen; Chinarinde, Opium. — Verhalten der Pflanzen beim Begießen mit wässerigen Lösungen von Farbstoffen und Salzen. — Ausscheidung der dem pflanzlichen Organismus nicht angehörenden Salze durch die Wurzel; Versuche von Daubeny. — Ohne Alkalien und alkalische Erden ist kein Pflanzenwachsthum denkbar; Gehalt verschiedener Pflanzen und Pflanzentheile an diesen Stoffen. — Einfluß des Bodens auf verschiedene Pflanzen; wie ihr Wachsthum von dem Gehalt desselben an Alkalien und alkalischen Erden bedingt ist. — Abhängigkeit der Samenbildung von der Gegenwart der phosphorsauren Alkalien und Erdalkalien. — Verflüchtigung feuerbeständiger Körper beim Verdampfen ihrer wässrigen Lösungen. — Abdampfung von Borsäure-, Salpeter-, Kochsalz-Lösung, Erfolg. — Verdampfung des Meerwassers, Verbreitung seiner Aschenbestandtheile über die Erdoberfläche hierdurch. — Die Wurzeln der Pflanzen sind die Aufnahmsorgane der Aschenbestandtheile; sie sammeln die für das Bestehen der Pflanze nothwendigen.

Der Ursprung der Ackererde . . . . 114 bis 130

Die Aufhebung des Zusammenhangs der Gebirgsarten durch mechanische und chemische Ursachen. — Einfluß des Sauerstoffs, der Kohlensäure und des Wassers auf die Bestandtheile der Gesteinsarten; dieser Einfluß ist die Verwitterung. — Einfluß des Sauerstoffs auf die oxydirbaren Bestandtheile der Gesteine. — Kohlensäure und Wasser, ihre Wirkung auf die Silicate; Abscheidung der Alkalien als kohlensaure Salze, der Kieselsäure als Hydrat. — Löslichkeit des Kieselsäurehydrats in Wasser; sein Unlöslichwerden beim Austrocknen. — Verhalten des Wassers gegen Glas, Lavoisier; Blindwerden des Glases, Ursache. — Alkalireiche Silicate; ihre leichte Zersetzbarkeit durch Wasser und Säuren. — Entstehung des Kaolin aus den feldspathartigen Gesteinen. — Forchhammer, Versuche über die Zersetzung des Feldspathes. — Zusammensetzung des Feldspathes. — Verwitterung des mit Königswasser behandelten weißen Sandes. — Analysen des Phonoliths, des Thonschiefers und Basalts; deren Aufschließung. — Theilung der Bestandtheile der Silicate in lösliche und unlösliche bei dem Verwitterungsproceß. — Verwitterung der Silicate dauert fort, so lange sie noch Alkalien

Seite

enthalten; Silicate, verschiedene, in den verschiedenen Stadien ihrer Verwitterung. — Die Kalksteine, Einfluß des Wassers und der Kohlensäure auf sie. — Wirkung des Brennens auf die Mergelarten. — Ackererden sind aus den an Alkalien und alkalischen Erden reichen Gebirgsarten durch Einwirkung chemischer und mechanischer Thätigkeiten entstanden.

Das Verhalten der Ackererde zu den Aschenbestandtheilen der Gewächse . . . . 130 bis 137

Das Regenwasser entzieht der Ackererde kein Kali, keine Kieselsäure, kein Ammoniak und keine Phosphorsäure, wenn es durch dieselbe geht; sie entzieht diese Stoffe einer mit ihr in Berührung kommenden Lösung. — Dieses Verhalten der Ackererde beruht auf ähnlichen Ursachen, wie das Verhalten der Kohle gegen Farbstoffe und Salze. — Die Ackererde hält kein Chlor, keine Schwefelsäure, keine Salpetersäure zurück. — Ihr Verhalten gegen Natron; gegen Kieselsäure, wenn sie viel organische Substanzen enthält. — Jede Ackererde besitzt ein ihr eigenes Anziehungsvermögen für die pflanzlichen Nährstoffe. — Die Pflanzen nehmen die Nährstoffe in directer Berührung mit den Ackererdetheilchen auf; sie empfangen sie nicht aus einer im Boden circulirenden Lösung.

Die Cultur . . . . 137 bis 178

Die Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien. — Unlöslichkeit der organischen Stoffe des Bodens im Wasser. — Nachtheile für das Pflanzenwachsthum, wenn sie löslich wären. — Sauerstoff, seine Nothwendigkeit für das Gedeihen der Pflanzen. — Humus, eine Quelle des Kohlenstoffs der Pflanzen; er bildet durch seine Verwesung Kohlensäure; seine günstige Wirkung auf Böden, die reich sind an allen übrigen Pflanzenbestandtheilen. — Nahrungsaufnahme, ihre Beziehung zur Pflanzenentwicklung. — Geringerer oder höherer Gehalt des Bodens und der Luft an Pflanzennahrung, seine Wirkung auf die Pflanzen. — Wachsthum der perennirenden Gewächse; Verhalten ihrer gebildeten organischen Stoffe im Herbste. — Die einjährige Pflanze. — Nahrungsstoffe, Definition. — Krystallisirte und organisirte Stoffe. — Samenkorn, seine Reservenahrung wird zur ersten Entwicklung der Pflanzenanlage verwendet; sie besteht aus stickstoffhaltigen und stickstofffreien Bestandtheilen. — Diastase, ihre Bildung beim Keimen der Getreidekörner; ihre Wirkung auf Stärkemehl. — Nahrungsstoffe der selbstständig gewordenen Keimpflanze. — Aehnlichkeit der Zuckerbildung im Stamm mit der im keimenden Samen. — Organische Stoffe der Pflanzen, ihre Bildung in denselben aus anorganischen. — Verwendung der gebildeten organischen Stoffe in dem pflanzlichen Lebensproceß. — Ausschwitzungen der Pflanze, Ursache. — Die Menge der zugeführten Nahrung, wie sie auf die Bildung der Pflanzenstoffe wirkt. — Umwandlung der wildwachsenden Pflanzen in Culturpflanzen, wie sie geschieht. — Mitwirkung der Wärme und des Lichtes bei dem Pflanzenwachsthum. — Chemische Wirkungen

Seite

des Lichtes; Einfluß desselben auf die Zersetzung der Kohlensäure durch die Blätter; sie geschieht nur bei Lichteinwirkung. — Die verschiedenen Pflanzen bedürfen verschiedener Lichtmengen zu ihrer Entwicklung. — Moose. — Das Verhältniß der der Pflanze zugeführten Nahrungsstoffe bedingt die Menge und Qualität der in ihr gebildeten Stoffe. — Entwicklung der Pflanze im wilden Zustande; auf Culturboden. — Bedingungen der Entwicklung der Pflanzen und einzelner Pflanzenorgane; ihre Ausmittlung ist Aufgabe der Naturforscher; aus ihrer Kenntniß entspringen die leitenden Grundsätze beim Forst- und Landwirthschaftsbetriebe. — Die Aufgabe der Pflanzencultur. — Zweck der Pflanzencultur; ihre Mittel, welche sie anwendet. — Jeder Boden, der fruchtbar genannt werden kann, enthält die pflanzlichen Nährstoffe. — Gehalt der Mineralien, welche den Ackerboden bilden, an pflanzlichen Nährstoffen. — Art und Weise des Ueberganges der Mineralien in Ackerboden. — Wie ihre gebundenen pflanzlichen Nährstoffe wirksam werden. — Entziehung der wirksam gewordenen Nährstoffe durch die Pflanzen; Erfolg. — Wiederherstellung der Fruchtbarkeit eines temporär erschöpften Bodens durch die Brache. — Die Brache ist die Zeit der Verwitterung. — Culturmethode bei Neapel. — Die Erschöpfung des Bodens ist nicht durch Mangel an Humus, sondern durch den der wirksamen Bodenbestandtheile bedingt. — Nothwendigkeit des kieselsauren Kalis für die Grasarten; der Phosphorsäure für die Samenbildung insbesondere. — Die Verbreitung der Phosphate in der Natur. — Aufnahme fremder Stoffe, welche keine Nahrungsmittel für die Pflanzen sind. — Einfluß des Regens auf das Pflanzenwachsthum; Art seiner Wirkung. — Mangel an Feuchtigkeit in dem Boden; Einfluß auf die Pflanzenentwicklung, Art desselben. — Zu reichlich gedüngter Boden; seine schädliche Einwirkung auf die Pflanzen. — Rolle, welche die alkalischen Basen bei Erzeugung der organischen Pflanzenbestandtheile spielen.

Die Brache . . . . 179 bis 193

Die Landwirthschaft, wie sie aufgefaßt werden muß; von was ihre Ausübung abhängig; sie ist eine Wissenschaft und eine Kunst; die wissenschaftlichen Fragen, die praktischen Fragen. — Einfluß der mechanischen Bearbeitung und der Atmosphärilien auf den Boden; die chemisch gebundenen Nährstoffe werden hierdurch wirksam gemacht. — Brache im engeren und weiteren Sinne. — Beförderung der Verwitterung des Bodens durch Anwendung chemischer Mittel. — Wirkung des gebrannten Kalkes. — Einfluß des Brennens auf Thonboden, Versuche von Baker. — Brennen des Mergels, Erfolg. — Die Braun- und Steinkohlenasche als Bodenverbesserungsmittel. — Einfluß der physikalischen Bodenbeschaffenheit auf das Pflanzenwachsthum; auf welche Weise sie verbessert werden kann.

Seite

Die Wechselwirthschaft . . . . 193 bis 234

Der Thierkörper; Gehalt seiner verschiedenen Theile an anorganischen Stoffen; Nothwendigkeit dieser Stoffe zur Ausbildung des Thierkörpers und seiner Organe. — Das Thier bezieht die Mineralbestandtheile von der Pflanze; sie sind pflanzliche Nährstoffe. — Gehalt der Culturpflanzen an den zur Ernährung der Thiere dienenden Bestandtheilen, der Eiweißkörper und Kohlenhydrate, ist verschieden. — Bedingungen der Erzeugung der Eiweißkörper und Kohlenhydrate in den Pflanzen; die Nothwendigkeit der Aschenbestandtheile bei deren Bildung. — Fleisch- und Blutasche verschiedener Thiere; Vergleichung ihres quantitativen Gehaltes an den Aschenbestandtheilen mit dem der Vegetabilien, wovon sie leben. — Die verschiedenen Pflanzen, ihr verschiedenes quantitatives Bedürfniß an Aschenbestandtheilen. — Wirkung zweier Pflanzen auf ein und dasselbe Feld, welche die nämlichen Aschenbestandtheile in der nämlichen Menge bedürfen; sie können nicht erfolgreich hinter einander und neben einander gebaut werden. — Solches kann nur stattfinden bei Pflanzen, deren Anforderungen an den Boden verschiedene sind. — Die Pflanzen können sich nicht entwickeln in einem Boden, dem ihre Aschenbestandtheile fehlen; sie entwickeln sich bei Zuführung dieser. — Verschiedene Mengen der Bodenbestandtheile, welche verschiedene Pflanzen bedürfen. — Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen. — Die Erschöpfung des Bodens an den Aschenbestandtheilen der Pflanzen läßt sich aus der Menge und Zusammensetzung ihrer Asche feststellen. — Verlust der Ertragsfähigkeit des Bodens, wenn ihm fortwährend Bodenbestandtheile ohne Ersatz entzogen werden. — Boden, seine Fruchtbarkeit für gewisse Pflanzen, seine Unfruchtbarkeit für andere; Grund. — Wechsel der Früchte; auf was er beruht. — Aenderung der Zusammensetzung der Böden durch die Wechselwirthschaft. — Die auf den verschiedenen Böden wachsenden Unkrautpflanzen zeigen die Beschaffenheit derselben an. — Die Meerespflanzen; ihre Wachsthumsbedingungen sind die nämlichen, wie die der Landpflanzen, bis auf den Standort. — Nothwendigkeit des Ersatzes der dem Boden entzogenen Bestandtheile. — Menge der atmosphärischen Nahrungsstoffe für alle Zwecke der Cultur ausreichend. — Die Pflanzen der tropischen Gegenden; ihr Gehalt an Blutbildnern. — Wirkung einer künstlichen Kohlensäure- und Ammoniakquelle im Boden bei Pflanzen von kurzer Vegetationszeit. — Die verschiedenen Pflanzen, ihr Nahrungsbedürfniß. — Ertrag, seine Abhängigkeit von den im Boden enthaltenen Aschenbestandtheilen der Pflanzen. — Der Dünger, ein Ersatzmittel für die dem Boden entzogenen Bestandtheile. — Secretions- und Excretionsprocesse der Pflanzen. — Die Rinde der Korkeiche, ein wahres Excrement der Pflanze. — Bildung von Ammoniak auf dem Culturlande; die Gründüngung.

Der Dünger . . . . 235 bis 262

Ursprung desselben. — Lebensproceß der Thiere. — Ausscheidung der verbrauchten Körperbestandtheile durch Haut und Lungen, durch die Harnwege; Ausscheidung der unverdaulichen

Seite

Speiserückstände durch den Darmcanal. — Den Stickstoff und die löslichen Mineralbestandtheile der Nahrung erhält man wieder vollständig im Harne; die unlöslichen Mineralbestandtheile in den Fäces. — Die mineralischen Bestandtheile der Speisen stammen aus dem Boden; die organischen sind aus den luftförmigen Nahrungsstoffen in den Pflanzen unter Mitwirkung der Aschenbestandtheile entstanden. — Ersetzung der Excremente durch ihre Bestandtheile. — Einfuhr von Harn und festen Excrementen ist gleichbedeutend mit Korn- und Vieheinfuhr. — Excremente, ihre Menge und Qualität hängt von der Beschaffenheit der dem Thiere gereichten Nahrung ab; ihr Werth als Düngemittel ist für die Pflanzen am größten, welche zur Nahrung dienten. — Einfluß der Fäulniß und Verwesung auf den Stallmist; frischer und verrotteter Stalldünger, Zusammensetzung. — Aschendüngung, ihre hohe Wirksamkeit. — Knochendüngung, ihr Erfolg. — Gehalt der Asche von Braunkohlen und Torf an kieselsaurem Kali; ihre Wirkung auf die Strohbildung. — Princip des Ackerbaues; vollständiger Ersatz der entzogenen Bodenbestandtheile. — Kohlensäurezufuhr zur Pflanze ohne gleichzeitige Ammoniakzufuhr, Erfolg. — Nothwendigkeit der Aschenbestandtheile der Gewächse zur Ueberführung der Kohlensäure und des Ammoniaks in organische Verbindungen. — Aschenbestandtheile und Kohlensäure und Ammoniak gleich nöthige Stoffe für die Pflanze; bester Dünger der, welcher beide Stoffreihen zu liefern vermag; hohe Bedeutung der flüssigen Excremente in dieser Beziehung. — Bildung von kohlensaurem Ammoniak beim Faulen des Harns. — Fixirungsmittel für das kohlensaure Ammoniak. — Poudrettebereitung aus den menschlichen Excrementen; Verlust des meisten Ammoniaks bei ihrer Fabrikation; ihre Wirksamkeit steht im Verhältniß zu den Aschenbestandtheilen. — Der Dünger, den man zu geben hat, richtet sich nach den zu erzielenden Producten. — Wolle, Lumpen, Klauen, Horn, Leimsubstanz, ihr Werth als Düngemittel. — Kohlenpulver, seine Wirksamkeit. — Anwendung von Schwefelsäure auf Kalkböden, Wirkung. — Sorgfältige Auffammlung der Excremente in China; der Düngerhandel daselbst; die chinesische Poudrettebereitung; Herstellung von Asche zur Düngung durch Verbrennen der vegetabilischen Abfälle. — Der Weizenbau in China. — Versuche mit Verpflanzen von Winterkorn; Erfolge.

Rückblick . . . . 263 bis 302

Menge der in der Luft enthaltenen Nahrungsstoffe. — Die Atmosphäre ist unerschöpflich an den luftförmigen Nahrungsstoffen; die Mengen, welche sie an die Pflanzen abgiebt, erhält sie auf anderem Wege wieder zugeführt. Fortwährende Bewegung der Luft. — Ertrag des Bodens, seine Unabhängigkeit von der Zufuhr kohlenstoffhaltiger Dünger; seine Abhängigkeit von dem Vorhandensein der fixen Bodenbestandtheile. — Einfluß des Kalks, Mergels, der Asche auf die Erhöhung des Ertrages. — Die Mittel um die luftförmigen Nahrungsstoffe im pflanzlichen Organismus in organische Stoffe überzuführen, sind die Aschenbestandtheile. — Kohlensäuremenge, welche aus der Luft in einer gegebenen Zeit in die Pflanze übergehen

Seite

kann, bedingt durch die Größe der Aufnahmsorgane, hier der Blattoberfläche. — Dieselben Beziehungen bestehen zwischen dem Umfange der Aufnahmsorgane, Blätter und Wurzeln, gegenüber der Aufnahme von Stickstoffnahrung. — Wirkung der Eröffnung einer künstlichen Kohlensäure- und Stickstoffquelle für die Pflanzen; sie kann in derselben Zeit und bei gleicher Größe der Aufnahmsorgane ein Vielfaches dieser Stoffe aufnehmen; ihr Einfluß auf die Vergrößerung der Aufnahmsorgane — Größere Nothwendigkeit der künstlichen Zuführung von luftförmigen Nahrungsmitteln für die einjährigen, und unter diesen für die mit geringster Blattoberfläche und kürzester Vegetationszeit, — als für die perennirenden Pflanzen. — Einfluß der vergrößerten Oberfläche der Aufnahmsorgane der Pflanzen auf die Verdunstung des Wassers und die vermehrte Aufnahme der Bodenbestandtheile. — Der Ertrag entspricht der Menge der aufgenommenen Bodenbestandtheile; der Ertrag an den einzelnen Pflanzenorganen dem Verhältnisse, in welchem die Nahrungsstoffe im Boden vorhanden waren. — Zuführung der luftförmigen Nahrungsmittel zur Pflanze, ein Gewinn an Zeit. — Moment der Zeit, Wichtigkeit seiner Beachtung. — Wasser, seine doppelte Rolle beim Pflanzenwachsthum. — Einfluß der Ammoniakverbindungen auf die Halm- und Blattentwicklung der Pflanzen. — Zu welcher Zeit die Ammoniakzufuhr für die Pflanzen am nützlichsten. — Samenbildung, wovon sie abhängig. — Dünger von richtiger Beschaffenheit muß der Pflanze die ihr nothwendige Nahrung in jeder Wachsthumsperiode darbieten. — Verschiedene Menge der Blutbildner, welche in den verschiedenen Pflanzen auf der gleichen Bodenfläche erzeugt werden. — Hauptwirksamkeit der Stickstoffzufuhr bei Getreidepflanzen; ihre Aufnahmsorgane haben nur eine geringe Oberfläche. — Die Futtergewächse bedürfen der künstlichen Zufuhr von assimilirbarem Stickstoff nicht; der Landwirth benutzt sie als Stickstoffzuführungsmittel für seine Getreidefelder. — Aller Stickstoff, womit der Landwirth düngt, stammt aus der Atmosphäre. — Ackerbau, seine Aufgabe bezüglich der Erzeugung von thierischen Nahrungsmitteln. — Die Quantität der Nahrungszufuhr für die Pflanzen, nach was sie sich richtet. — Zuführung der Stickstoffnahrung, in welchen verschiedenen Formen sie vom Landwirthe geschieht. — Zufuhr von Stickstoffnahrung für sich allein erhält die Fruchtbarkeit nicht; diese steht im Verhältniß zur Menge der fixen Nahrungsstoffe, welche der Boden enthält oder ihm zugeführt werden. — Stickstoffnahrung; ihre Wirkung auf das Pflanzenwachsthum erfolgt überall, wo die zur Assimilation derselben nöthigen Aschenbestandtheile nicht fehlen. — Gehalt des Bodens an Stickstoffnahrung. — Form, in welcher das Ammoniak im Boden enthalten ist. — Wirkung der animalischen Düngemittel, der thierischen Excremente, des Guano, von was sie abhängig. — Verhältniß der Phosphorsäure und der stickstoffhaltigen Bestandtheile in den Samen; ein ähnliches daher in den festen und flüssigen Excrementen der Körner- und Fleischfresser; geändertes Verhältniß jedoch in dem aus den Excrementen erhaltenen Dünger. — Die Wirkung einzelner Düngemittel, ihre

Seite

Beurtheilung nach dem Zustande, in welchem sie das Feld hinterlassen. — Wirkung des Ammoniaks im Guano, ausgedrückt durch die erzielte Kornmenge; Versuche von Lawes und Kuhlmann. — Menge der Bodenbestandtheile, welche der Landwirth in einer Mittelernte Korn, in einem Ochsen ausführt. — Gehalt der flüssigen und festen Excremente an Bodenbestandtheilen, welche von einer Million Menschen jährlich entleert werden; deren Verlust, sein Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Felder. — Bedeutung der Guanoeinfuhr für den europäischen Landbau. — Einfluß der seit Jahrhunderten, ohne gehörigen Ersatz, entzogenen Bodenbestandtheile auf die Fruchtbarkeit der Felder; ihre Abnahme. — Rationelle Landwirthschaft, ihr Unterschied von dem Raubbau. — Handelsgewächse, wie ihre Erzeugung auf den Boden wirkt. — Der Weinbau; sein Einfluß auf die Korn- und Fleischerzeugung. Güterzerstückelung in ihrer Beziehung zum Gesetze des Wiederersatzes.

Anhang . . . . 303 bis 437

Die Quellen des Ammoniaks und der Salpetersäure: Das Ammoniak und die Salpetersäure die einzigen Stickstoffverbindungen, die den Pflanzen an allen Punkten der Erde ihren Stickstoff zu liefern vermögen; — Gehalt der Eisenerze im Urgebirge Südamerikas an Ammoniak. — Vorstellung, welche man sich über dessen Bildung machte; — Gesteine, ihr Gehalt an Ammoniak nach Braconnot; — Will und Varrentrapp, Verhalten der stickstoffhaltigen Bestandtheile beim Glühen mit Kalihydrat; — Versuche von Faraday über das Vorkommen des Ammoniaks in den verschiedensten Stoffen; alles von ihm nachgewiesene Ammoniak der geprüften Körper muß als aus der Atmosphäre condensirtes betrachtet werden. — Bildung des Ammoniaks durch Fäulniß und Verwesung organischer stickstoffhaltiger Körper; Bildung desselben bei verschiedenen chemischen Processen, wenn dem Stickstoff stickstoffhaltiger Verbindungen im Moment seiner Ausscheidung Wasserstoff dargeboten wird; die Quelle der Salpetersäure ist das Ammoniak; sie ist oxydirtes Ammoniak; — Bedingungen der Bildung der Salpetersäure; — Ammoniak nicht die einzige Quelle der Salpetersäurebildung; — Wirkung des elektrischen Funkens auf feuchte Luft; — alles Regenwasser enthält Salpetersäure; — die Salpetersäure, pflanzlicher Nahrungsstoff, sie wird assimilirt; — Salpetersäureerzeugung im Boden, ihre aufschließende Wirkung auf denselben; — Verhalten des Bodens gegen Ammoniak, es wird von ihm festgehalten, Anhäufung desselben in ihm; — constanter Gehalt der Luft an Ammoniak, ein Beweis, daß eine fortwährende Bildung von Ammoniak stattfinden muß; Schönbeins und Böttgers Entdeckung der fortdauernden Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak; bei allen Verbrennungsprocessen in der Luft erzeugt es sich; — die Bedingungen der Ammoniakbildung waren von Anfang an vorhanden; — Salpetersäure, ihre Ueberführung in Ammoniak, deren Bedingung; — Umwandlung der salpetersauren Salze

Seite

in salpetrigsaure in humusreicher Ackererde; — Gehalt der Pflanzensäfte an Nitraten und Nitriten. — Der Riesentang. — Wiegmann und Polstorf's Vegetationsversuche in reinem Sande und künstlicher Ackererde; Aschenbestandtheile der erzielten Pflanzen. — Zusammensetzung von Pflanzenaschen, verschiedenes relatives Verhältniß der einzelnen Bestandtheile der Asche, je nach der vollkommenern oder weniger vollkommenen Entwicklung der zu den Analysen verwendeten Pflanzen oder Pflanzentheile. — Aschen-Analysen verschiedener Pflanzen und Pflanzentheile; von menschlichen Excrementen; von thierischen Excrementen; von Stalldünger; von Mistjauche. — Guano-Analysen; Aschenzusammensetzung der Knochen, verschiedener Torfarten.

Einleitung.

Die Landwirthschaft vor 1840.

Im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts hatte man in der Landwirthschaft keine Vorstellung über den Grund der Fruchtbarkeit der Felder und ihres Unfruchtbarwerdens durch den Feldbau. Außer dem Sonnenschein, Thau und Regen wußte der Landwirth von den Bedingungen der Entwickelung einer Pflanze soviel wie nichts. Von dem Boden glaubten Viele, daß er nur diene, um der Pflanze einen Standort zu geben.

Seit Jahrhunderten war dem Ackerbauer bekannt, daß die Bearbeitung des Feldes dessen Erträge erhöhe, und daß diese sich durch Thier- und Menschenexcremente steigern ließen.

Man glaubte, daß die Wirkung des Stallmistes auf einer gewissen an sich unbegreiflichen und durch die Kunst nicht herstellbaren Beschaffenheit beruhe, welche die Nahrung der Thiere und Menschen bei ihrem Durchgange durch den Organismus empfinge.

Man glaubte, daß sich die Düngermasse auf jedem Gute bei einem gehörigen Viehstande durch einen gewissen Wechsel von Gewächsen in jeder beliebigen Menge und ohne Aufhören

erzeugen lasse, und da die Höhe der Ernten mit dem Fleiß und der Geschicklichkeit des Landwirthes in der Bebauung seines Feldes und der richtigen Fruchtfolge häufig zunahm, so hatte die Meinung Wurzel gefaßt, daß die hohen Erträge in dem Willen der Menschen lägen und daß, wer nur die Kunst besitze, scheinbar unfruchtbare Sandebenen in fruchtbare Wiesen umzuwandeln vermöge. Die Thatsache war häufig genug, daß auf einem Feldgute der Eine verdarb, während ein Zweiter darauf reich wurde, und daß die Rente eines Gutes stieg oder fiel je nach dem Manne, der es bewirthschaftete.

In dem Samen und dem Boden lägen die Kräfte, so meinte man, welche die Feldfrüchte erzeugten, und so wie der Mensch oder die Thiere durch Arbeit ermüden und eines Ersatzes bedürften, so verhielte es sich mit dem Felde; die in den erzeugten Früchten verbrauchte Bodenkraft ließe sich wiederherstellen durch das Ausruhen des Feldes und den Stallmist.

Da beide, der Stallmist sowohl wie die Feldfrüchte, Producte des Feldes oder seiner Bodenkraft sind, so glaubte man sonach, das Feld verhalte sich einer Maschine gleich, die in sich selbst die zur Arbeit verbrauchte Kraft immer wiedererzeuge, wenn man ihr einen Bruchtheil ihrer Producte wiedergebe. Was die Bodenkraft sei, wußte man nicht.

Später glaubte man, daß die Bodenkraft einen besonderen Träger habe und daß der Humus dieser Träger sei; man bezeichnete damit einen gewissen nicht näher bestimmbaren verbrennlichen Stoff organischen Ursprungs, eine Art von Mist, der zu seiner Erzeugung nicht der Thiere bedürfe; man glaubte, daß die Abnahme und Zunahme der Erträge der Felder im Verhältniß stehe zu dem Gehalte oder der Ab- und Zunahme von Humus im Felde, und daß sich der Humus sowohl durch Stallmist als durch einen geschickt geleiteten Betrieb vermehren ließe.

Wahr in dieser Annahme war, daß auf einem fruchtbaren Felde mehr Pflanzen wachsen als auf einem unfruchtbaren, und daß sich in einem reichen Boden eben darum mehr organische Ueberreste anhäufen als in einem armen.

Der magere Acker würde höhere Ernten geben, meinte man, wenn der Landwirth nur verstände, mehr Humus darin zu erzeugen.

Der nächste Grund der Fruchtbarkeit der Felder war nach dieser Ansicht also eine im Boden ruhende, durch die Kunst des Landwirths erweckbare Kraft, ähnlich den ernährenden oder arzneilichen Kräften, welche die frühere Physiologie und Medicin in den Nahrungs- oder Arzneimitteln voraussetzte, und es hing die Wirkung dieser Kraft in Beziehung auf die Steigerung der Erträge ab von einem Kreislauf an organischen Stoffen, der in der Form von Humus das Leben der Pflanzen und in der Form von Pflanzentheilen das der Thiere und Menschen in seiner Wiederkehr vermittle. Die Kraft, dachte man, sei überall; in der That sah man in allen Gegenden der Erde, in allen Klimaten auf den verschiedensten Bodenarten, auf Granit, Basalt, auf Sand- und Kalkboden, die nämlichen Pflanzen oft mit gleicher Ueppigkeit unter dem Einflusse des Sonnenlichtes und des Regens gedeihen, und es schien demnach auf die Natur des Bodens wenig anzukommen.

Nachdem man im Humus den Träger der Fruchtbarkeit entdeckt zu haben glaubte, schrieb man naturgemäß die Unfruchtbarkeit eines Feldes dem Mangel an Humus zu. Gewissen Mineralsubstanzen, wie Mergel, Gyps und Kalk, deren Zufuhr auf das Feld die Ernten erhöhte, schrieb man das Vermögen zu, als Reizmittel die Bodenkraft zu wecken, wie etwa bei dem Menschen das Salz und die Gewürze gewisse Vorgänge der Verdauung und des Umlaufs der Säfte befördern. Die Wir-

kung des Knochenmehls schrieb man der darin enthaltenen organischen Substanz (Leimsubstanz) zu.

Der praktische Betrieb war auf die Erzeugung von Mist, als des Mittels zur Ergänzung der verlorenen Bodenkraft und damit der Wiederkehr der nämlichen Ernten, gegründet.

Gewisse Pflanzen, wie die Futtergewächse, betrachtete man als die Misterzeuger, und der Mist, so meinte man, mache die Ernten.

Auf das Futter käme alles an; viel Futter mache viel Fleisch und Dünger, viel Dünger mache hohe Getreideernten, wenn man Futter genug habe, dann käme das Korn von selbst.

Es war zur Lehre geworden, daß der Stallmist das Rohmaterial sei, welches die Kunst des Landwirths in Korn und Fleisch verwandele, man lehrte, daß nur die Korn- und gewisse Handelsgewächse den Boden aussaugten und erschöpften, und daß die Futtergewächse ihn schonten und verbesserten.

Wenn die Halmgewächse, auf demselben Felde nacheinander gebaut, keine lohnenden Ernten mehr gaben, so hieß dies: das Feld sei erschöpft; wenn aber andere Pflanzen, z. B. der Klee und die Rüben, nicht mehr gedeihen wollten, so sagte man, das Feld sei krank.

Für eine und dieselbe Erscheinung hatte man zweierlei Begriffe, einmal war der Grund des Nichtgedeihens ein Mangel an gewissen Stoffen, das anderemal eine Störung der normalen Thätigkeit oder Kraft; die Erschöpfung der Getreidefelder hob man auf durch Dünger; für die Futterfelder suchte man nach einer Arznei oder, wie bei einem trägen Pferde, nach einer Peitsche.

Der praktische Mann betrieb sein Geschäft, wie der Schuhmacher sein Handwerk, ohne zu sehen, was dieser an seinem Ledervorrath sieht, daß er nach und nach zu Ende geht; daß die

Pflanze ein lebendiges Wesen sei, welches seine eigenen Bedürfnisse habe, kam ihm nicht in den Sinn.

In Deutschland verfuhr der Landwirth mit seinem Felde, wie wenn es ein Stück Leder ohne Ende sei, welches, oben abgeschnitten, unten wieder anwachse; der Dünger war für ihn das Mittel, um das Leder zu strecken und geschmeidig zum Abschneiden zu machen.

Auf den landwirthschaftlichen Lehranstalten wurde die Kunst gelehrt, aus dem unerschöpflichen Ledervorrath im Boden soviel Schuhe als möglich zu schneiden, und der erschien als der beste Lehrer, der es in diesem intensiven Feldbau am weitesten gebracht hatte.

Dem Landwirth, welchem es gelang, hohe und gleichbleibende oder selbst steigende Erträge auf seinen Feldern zu ernten und Vermögen zu erwerben, wurde, da man glaubte, daß der Mann die Ernten mache, als Verstand und Geschicklichkeit angerechnet, was er seinem Boden verdankte, der freiwillig gab, was Anderen mit allem Scharfsinn und Fleiß nicht gelang, dem ihrigen abzugewinnen.

Den unzähligen Thatsachen der Abnahme der Erträge in allen Ländern und Gegenden begegnete man leicht; nur an dem Unverstande der Landwirthe liege dies, oder an Arbeit oder Dünger. Der, welcher noch reiche Klee- oder Rübenernten auf seinen Feldern erzielte, begriff es nicht, daß ein Anderer mit dem größten Aufwande an Arbeit und Dünger sein kleemüdes Feld nicht tragbar für Klee machen konnte; daß sein reicher Klee- oder Rübenboden jemals k r a n k werden könnte, war für den Ersteren ein unmöglicher Gedanke.

Wenn der Mann die Ernten machte, wie der Schuhmacher seine Schuhe, so kam es auf die Lage der Werkstätte nicht an, und so wie ein Schuhmacher in Petersburg von dem Rathe

und den Erfahrungen eines Pariser Nutzen ziehen kann, so konnte ein Landwirth in Rothamsted oder in Sachsen einem andern in Yorkshire oder Bayern gute Lehren in Beziehung auf die Behandlung seines Feldes geben; und so wie manche Länder durch eigenthümliche Fabrikationen sich auszeichnen, Rußland durch sein Juchtenleder, Frankreich durch seine Saffiane, Bayern durch seine feinen lackirten Ledersorten, so glaubte man, daß in gleichem Sinne eine dänische, englische, französische und deutsche Feldwirthschaft bestehe.

Vorstellungen ähnlicher Art über die landwirthschaftliche Fabrikation beherrschten damals die landwirthschaftliche Literatur; die großen und wichtigen Untersuchungen von de Saussure und selbst von H. Davy fanden bei dem praktischen Manne keine Beachtung, sie standen, wie er glaubte, in keiner Beziehung zur Praxis.

Ein System des Feldbaubetriebes auf einem kleinen Stückchen Land in Möglin wurde in Deutschland ein Musterbild für alle Wirthschaften; man glaubte dort ermittelt zu haben, daß eine gegebene Mistmenge ein Aequivalent an Korn hervorbringe und daß allerorts und in jedem Lande dieselbe Menge Mist die gleiche Menge Korn erzeugen müsse, ging schon aus dem Standpunkte hervor, daß der Mist das Material sei, welches der Landwirth in Korn oder Fleisch verwandele; man glaubte, daß alle Wiesen, natürliche und künstliche, dasselbe Heu lieferten, und daß alles Heu einen gleichen Ernährungswerth besitze; nach dem Heuwerth bemaß man den Ernährungswerth anderer Futtermittel; selbst das Kochsalz hatte einen Heuwerth; jedes Futter hatte seinen Mistwerth; der Schafmist war „hitzig", der Pferdemist „trocken" und „warm", der saftige Kuhmist war für alle Felder gleich nützlich.

Die Düngstoffe, die in Möglin eine günstige Wirkung

auf die Felder hatten, besaßen diese Wirkung überall. Das Knochenmehl, welches dort auf die Kornerträge ohne Einfluß war, wurde als wirkungslos für alle deutschen Felder angesehen.

Auf den Breitegrad des Ortes oder Landes, die Höhe über dem Meere, die jährliche Regenmenge, die Vertheilung des Regens nach den Jahreszeiten, auf die mittlere Anzahl der heiteren und Regentage, die mittlere Temperatur des Frühlings, Sommers und Herbstes, auf die Extreme der Temperatur in den Jahreszeiten, auf die physikalische, chemische und geognostische Beschaffenheit des Bodens, auf alle diese Verhältnisse kam es bei den guten Rathschlägen, die sich die Landwirthe gegenseitig gaben, oder bei den Verbesserungen, die Einer dem Andern empfahl, nicht an.

Mit dem Worte „Theorie" bezeichnete der praktische Mann die zufälligen Einfälle und Erklärungen, die der Eine oder Andere über die Erscheinungen des Feldbaues sich gemacht, und es galt als selbstverständlich, daß „Theorien" keinen Werth besitzen, daß der praktische Mann in seinem Thun sich nicht durch „Theorien", sondern durch die „Umstände" und „Verhältnisse" leiten lassen dürfe. Was diese Umstände oder Verhältnisse eigentlich seien, dies wußte er nicht. Das „Können" oder die „Praxis" sei die Hauptsache, darauf, daß man wisse, worauf es beim „Können" ankomme, legte man kein Gewicht.

An die Erfahrung müsse man sich halten, mit der Theorie mache man die mageren Aecker nicht fett.

Die Landwirthschaft war eine Kunst, von der Geschicklichkeit hingen die Erfolge ab, so sprachen die praktischen Leute, so lange man Feldbau auf fruchtbaren Aeckern trieb, Jahrhunderte lang, bis die Noth kam; und als die Noth kam, als die Futtergewächse nicht mehr gedeihen und auch das humusreiche Feld keinen Dünger mehr produciren wollte, da zeigte es sich, daß

der erfahrene Mann hülflos war wie ein Kind und daß seine Erfahrung keinen Boden hatte; was er so nannte, war eben nicht die ächte probehaltige Erfahrung.

„Würde uns die Naturwissenschaft Mittel an die Hand geben, diese Gewächse (Klee, Luzerne, Esparsette) öfter auf derselben Stelle mit gleichbleibendem Erfolge bauen zu können, als dies nach den gegenwärtigen Erfahrungen der Fall ist, so wäre der Stein der Weisen für die Landwirthschaft gefunden, denn für die Umwandlung derselben in dem menschlichen Bedürfnisse entsprechende Formen wollten wir schon sorgen" (siehe „Die Ernährung der Culturpflanzen" von S. Walz, Director der land- und forstwirthschaftlichen Akademie in Hohenheim. Stuttgart, Cotta 1857, S. 127). So spricht ein eminent praktischer Mann aus der damaligen Schule die Hülfe der Wissenschaft an!

Die Landwirthe hatten am Ende des vorigen Jahrhunderts im Gyps und früher noch im Mergel Mittel empfangen, mit welchen es ihnen gelang, die Kleeernten und damit die Mistproduction zu steigern, ohne Humus oder Mist, und da diese Zaubermittel nicht mehr wirken wollten, so möge ihnen die Naturwissenschaft nur ein kleines Stückchen von dem Stein der Weisen verschaffen, um den Klee, oder auch die Rüben, Erbsen und Bohnen wieder wachsen zu machen, wenn ihre Geschicklichkeit und Erfahrung nicht mehr dazu ausreiche; sie meinten, Gott werde für sie ein Wunder schaffen, nicht wegen der Erhaltung des Menschengeschlechtes, sondern um ihnen das Denken über die Quellen zu ersparen, aus denen sein Segen sich ergießt. Keiner war im Stande, die Frage zu beantworten, auf wie lange hin er denn auf seine Ernten rechnen könne? Die große Mehrzahl glaubte, daß sie kein Ende nehmen würden, und es am Boden nicht liege, wenn er aufhöre fruchtbar zu sein.

Jeder praktische Mann wußte zwar, daß seine Vorfahren dem nämlichen Felde eben so hohe und noch höhere Kornernten abgewonnen hatten, ohne allen Zukauf von Dünger von Außen, aber Keinem kam es in den Sinn, darüber nachzudenken, warum denn die Futtergewächse nicht mehr so gut als sonst gedeihen wollten! Daß der wahre Grund des Düngermangels, der ihn jetzt bedrängt, in seinem Boden liege, war für ihn ein unzugänglicher Gedanke.

Der praktische Mann ist aber seit Jahrtausenden derselbe. Er, der abgesagte Feind aller „Theorie", hatte sich die Theorie gemacht, daß sein Boden unerschöpflich an Fruchtbarkeit sei, und der moderne Landwirth richtet alle seine Handlungen nach der Theorie ein, daß die Quellen, welche ihm von Außen die Mittel zur Wiederherstellung der Erträge seiner Felder jetzt noch liefern, unerschöpflich seien!

Was aber aus seinen Feldern, aus dem Lande und seiner Bevölkerung werden würde, wenn diese Quellen wirklich erschöpfbar wären, dies kümmert ihn nicht. Der sorglose unwissende Haushalter glaubt immerdar, daß es morgen so sein werde, wie es heute ist.

Die Landwirthschaft nach 1840.

Dies waren die leitenden Ideen in dem landwirthschaftlichen Betrieb bis zum Jahre 1840.

Zu dieser Zeit war die Chemie unter den Naturwissenschaften in ihrem Aufbau so weit selbstständig geworden, daß sie Antheil nehmen konnte an der Entwickelung anderer Gebiete, und indem sich die Arbeiten der Chemiker der Erforschung der Bedingungen des Lebens der Pflanzen und Thiere zuwandten,

berührten diese die Landwirthschaft. Die Pflanzenphysiologie kannte bereits die Veränderungen, welche die Luft durch den Vegetationsproceß erleidet, sowie den Einfluß der Kohlensäure auf die Vermehrung der kohlenstoffhaltigen Bestandtheile der Gewächse und auf das Vermögen der grünen Pflanzentheile, Sauerstoffgas unter der Einwirkung des Sonnenlichtes abzusondern, aber über den Ursprung des Wasserstoffs und Stickstoffs der Pflanzen herrschte Ungewißheit; man glaubte, daß gewisse Salze und erdige Stoffe, welche nach dem Einäschern der Pflanzen in der Asche zurückbleiben, zufällige, nach dem Standort und der geognostischen Beschaffenheit wechselnde, Bestandtheile seien. Die Chemie begann nach ihren strengen Methoden die Pflanzen in allen ihren Theilen auf das Genaueste zu studiren; sie untersuchte, was in den Blättern, Stengeln, Wurzeln und Früchten war; sie verfolgte die Vorgänge der Ernährung der Thiere und was aus der Nahrung in ihrem Leibe werde; sie analysirte den Ackerboden von den verschiedenen Gegenden der Erde.

Es zeigte sich, daß die Samen, Früchte, Wurzeln und Blätter gewisse Bestandtheile der Erde in sich aufnehmen, und zwar auf allen Bodenarten die nämlichen; daß die Aschenbestandtheile nicht zufällige Bestandtheile seien, die nach dem Standort wechselten, sondern daß sie zum Aufbau des Pflanzenleibes dienten; daß also diese Aschenbestandtheile für die Pflanzenernährung dasselbe seien, was Brot und Fleisch für die Menschen oder das Futter für die Thiere ist; daß der fruchtbare Boden viel, der unfruchtbare wenig von diesen Nährstoffen enthalte; daß der unfruchtbare Boden fruchtbar werde, wenn man ihre Mengen in demselben vermehre.

Es folgte daraus von selbst, daß der Boden allmälig unfruchtbar werden müsse, wenn durch die Cultur der Gewächse und ihre Hinwegnahme der Vorrath an diesen Nährstoffen im

Boden immer kleiner werde; daß dem Boden, um fruchtbar zu bleiben, vollständig wiedergegeben werden müsse, was man ihm genommen habe; wenn der Ersatz nicht vollkommen sei, könne man auch nicht auf die Wiederkehr derselben Ernten rechnen, und nur durch die Vermehrung jener Bestandtheile im Boden könnten die Erträge gesteigert werden.

Die Chemie zeigte sodann, daß die Nahrung der Menschen und Thiere, mit einem rohen Bilde verglichen, sich in ihrem Körper verhalte wie in einem Ofen, in dem sie verbrannt werde. Der Harn und die festen Excremente seien die Aschen der Nahrung, gemengt mit Ruß und den unvollkommenen Producten ihrer Verbrennung.

Die Wirkung des Stallmistes auf das Feld sei hiernach leicht erklärlich, da man in demselben dem Boden wiedergeben könne, was man ihm in den Feldfrüchten genommen habe, daß man aber mit dem auf dem Feldgute erzeugten Stallmiste die Felder auf die Dauer nicht bewirthschaften könne, weil man ihnen damit von allem dem nichts wiedergebe, was man in dem Korn und Vieh in die Städte gebracht und ausgeführt habe.

Der Landwirth müsse Sorge dafür tragen, wenn er die Dauer seiner hohen Ernten sichern wolle, die Nährstoffe, welche dem Stallmist fehlten, aus anderen Quellen zu ersetzen, denn der Gehalt der Felder an diesen Stoffen sei sehr begränzt, und da die Chemie dies mit der größten Bestimmtheit ermittelt habe, so sei es unverständig, so zu handeln, als wenn ihr Vorrath unerschöpflich sei; es müsse, wenn der Landwirth für den Ersatz nicht sorge, für jedes Feld die Zeit kommen, wo es keine Früchte mehr liefern könne.

Die Aufgabe des Landwirthes bestehe nicht darin, hohe Ernten auf Kosten des Feldes zu gewinnen, welche bewirken, daß es nur früher verarme, sondern in seinem sowohl wie in

dem Interesse der menschlichen Gesellschaft liege es, daß er hohe und immer steigende Ernten von ewiger Dauer erziele.

Wenn der Landwirth sich die Mühe nehme, über seinen Betrieb nachzudenken, so werde er sich bewußt werden, daß es eine Einbildung sei, zu glauben, daß er die geringste Macht über sein Feld besitze und daß keine Kunst und Geschicklichkeit vermögend seien, eine lohnende Ernte von einer Feldfrucht auf einem Boden zu erzeugen, für die sich dessen Zusammensetzung nicht eigene; er habe nur scheinbar eine Wahl, denn nicht er, sondern das Feld wähle die Pflanzen, die ihm zusagen, er führe sie dem Felde nur vor, und sein Scharfsinn bethätige sich darin, daß er zu interpretiren wisse, was ihm sein Feld sage. Was in seinem Willen liege und seine Kunst ausmache, beschränke sich darauf, die Mängel ausfindig zu machen und die Widerstände zu beseitigen, welche sein Feld hindern, ihm die Pflege zu lohnen, die er ihm widme.

Was er „Umstände“ und „Verhältnisse“ nenne, nach denen er seinen Betrieb einrichte, seien Naturgesetze, die er kennen lernen müsse, wenn er sie beherrschen wolle, denn sonst sei er der Sklave dieser Gesetze.

Alles, was die Wissenschaft davon lehre, lenke ihn nicht von seinem Ziele ab, sondern gebe seinem Thun erst das rechte Gedeihen, sowie denn seine Kunst und was er seine Erfahrung nenne ganz unentbehrlich seien, um sein Wissen von den „Umständen“ und „Verhältnissen“ fruchtbar und gewinnbringend für ihn zu machen.

Das „Wissen“ sei nicht der Gegensatz des „Könnens“, sondern vermittle nur das rechte Können.

Die Wissenschaft stehe der Praxis nicht als ein ihr fremdes Ding gegenüber, sondern mitten in ihr, sie stimme bei, wenn sie das Rechte thue, und behüte den Landwirth vor Fehlern, die

ihm Schaden bringen; sie zeige ihm, woran sein Feld Mangel und woran es Ueberfluß habe, und wie er es einrichten müsse, um seinen Reichthum nützlich zu verwerthen.

Ein Blick auf die Geschichte der Naturwissenschaften zeigt, daß wenn an die Stelle einer herrschenden Lehre eine neue tritt, die neue Lehre nicht eine Fortentwickelung, sondern der gerade Gegensatz der alten ist. Eine falsche Lehre entwickelt sich nach denselben Gesetzen wie eine richtige, aber die eine stirbt ab, weil sie keine Wurzeln hat, während die andere wächst und zunimmt. Die irrige Lehre führt nämlich in ihrem eigenen Weiterbau zu Folgerungen und Ansichten, die zuletzt Jedermann als vernunftwidrig oder thatsächlich unmöglich erkennt, und sie macht alsdann einer andern Platz, welche das Gegentheil von ihr ist; sowie denn die Wahrheit immer der Gegensatz des Irrthums ist.

So folgte denn auf die phlogistische Lehre, nach welcher die Verbrennung als eine Zersetzung angesehen wurde, die antiphlogistische, welche die Verbrennung als einen Verbindungsproceß kennen lehrte, aber, dies muß man wohl im Auge behalten, die neue Lehre war eine Folge der Entwickelung der alten, die letztere mußte fallen, als sie zu der absurden Folgerung führte, daß das Phlogiston eine negative Schwere habe und die Körper leichter mache, wenn es sich mit ihnen verbinde, und schwerer, wenn es daraus entweiche.

In diesem Verhältniß stand denn auch die neue Lehre in Beziehung auf das Pflanzenleben zu der alten; die letztere nahm an, daß die eigentliche Nahrung der Pflanze, und zwar diejenige, welche die Zunahme an Masse in der landwirthschaftlichen Production bedinge, organischer Natur, das ist, im Pflanzen- oder Thierleibe erzeugt sei.

Die neue Lehre hingegen nahm an, daß die Nahrung aller Pflanzen (mit Ausschluß der Pilze) unorganischer Natur sei,

in dem Pflanzenleib werde das Mineral verwandelt in den Träger einer organischen Thätigkeit; die Pflanze erzeuge aus unorganischen Elementen alle Bestandtheile des Pflanzenleibes und in ihm, aus niederen, die höchst zusammengesetzten des Blutes, aus dem sich der thierische Organismus gestaltet.

Wegen ihres Gegensatzes zu der früheren Lehre erhielt die neue den Namen „Mineraltheorie".

Geschichte der Mineraltheorie.

Da ich selbst an der Entwickelung der Mineraltheorie einen bestimmten Antheil genommen habe, so werden die Leser dieses Buches sich schon gefallen lassen müssen, wenn ich diesen etwas näher erörtere, namentlich der Grundlagen wegen, auf welchen meine Ansichten beruhten, und damit sie den Widerspruch und die Meinungen richtig beurtheilen können, welche dieser Theorie zwanzig Jahre lang entgegenstanden.

In Beziehung auf die Ernährung der Pflanzen stellte ich folgende Sätze auf:

„Die Nahrungsmittel aller grünen Gewächse sind unorganische oder Mineralsubstanzen."

„Die Pflanze lebt von Kohlensäure, Ammoniak (Salpetersäure), Wasser, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kalk, Bittererde, Kali (Natron), Eisen, manche bedürfen Kochsalz."

„Zwischen allen Bestandtheilen der Erde, des Wassers und der Luft, welche Theil nehmen an dem Leben der Pflanze, zwischen allen Theilen der Pflanze und des Thiers und seiner Theile bestehe ein Zusammenhang, so zwar, daß wenn in der ganzen Kette von Ursachen, welche den Uebergang des unorganischen Stoffes zu einem Träger der organischen Thätigkeit vermittlen,

ein einziger Ring fehle, die Pflanze oder das Thier nicht sein könne."

„Der Mist, die Excremente der Thiere und Menschen wirken nicht durch ihre organischen Elemente auf das Pflanzenleben ein, sondern indirect durch die Producte ihres Fäulniß- und Verwesungsprocesses, in Folge also des Uebergangs ihres Kohlenstoffs in Kohlensäure und ihres Stickstoffs in Ammoniak (oder Salpetersäure). Der organische Dünger, welcher aus Theilen oder Ueberresten von Pflanzen und Thieren bestehe, lasse sich demnach ersetzen durch die unorganischen Verbindungen, in welche er in dem Boden zerfällt."

Diese Sätze standen mit allen früheren Ansichten nicht allein in keiner Verbindung, sondern in directem Widerspruche.

Was den Ursprung des Kohlenstoffs betrifft, so war die allgemein geltende Lehre die von de Saussure; nach ihm war die Aufnahme von Kohlensäure und der Uebergang ihres Kohlenstoffs zu einem Bestandtheile der Pflanze unbezweifelbar, aber für die wildwachsenden und Culturpflanzen nahm er zweierlei Gesetze der Ernährung an; die ersteren, welche von Kohlensäure ihre organische Substanz empfingen, besäßen beinahe keinen Werth in der Landwirthschaft. Die Culturpflanzen hingegen empfingen die Hauptmasse ihrer ternären und quaternären Materien von dem Humus und den in fruchtbarer Erde enthaltenen löslichen organischen Stoffen. Für die Theorie der Düngung seien diese am wichtigsten (Annal. d. Chemie und Pharmacie, Bd. 42, S. 275).

Diese Ansicht hatte nichts Zurückstoßendes, wenn man die Pflanze als ein Wesen für sich ansieht, welches in keiner Beziehung steht zu anderen Wesen oder zu Vorgängen anderer Art; sie schloß einen Kreislauf des Kohlenstoffs in sich ein, welcher ihr Bestehen unendliche Zeit vermitteln konnte; was die

Pflanze abwarf, wurde wieder lebendig, was ihr fehlte, schoß die Atmosphäre zu.

Die Ansicht selbst war nicht bewiesen, und bei sorgfältiger Prüfung aller dafür üblichen Gründe schien sie mir nicht beweisbar zu sein. Die Beweisführung meiner Ansicht schloß keinen Versuch in sich ein, sondern ruhte auf der Betrachtung der naturgesetzlichen Beziehungen der Pflanze zu der Atmosphäre und zu dem Thiere; indem ich ihr Leben in Verbindung brachte mit den Hauptfunctionen des Thierlebens, dem Respirationsprocesse und dem constanten Sauerstoffgehalte der Luft, ergab sich in dem Kreislauf des Sauerstoffs die einzige und Hauptquelle des Kohlenstoffs, welche die Kohlensäure sein müsse. Diese Ansicht ist direct und unwidersprechlich durch die neuesten Versuche von Knop und Stohmann bewiesen worden (siehe Anhang).

Was das Ammoniak als die Quelle des Stickstoffs der Pflanzen (und der Thiere) betrifft, so konnte, genau genommen, nicht leicht Jemand vor mir diese Ansicht mit einiger Wahrscheinlichkeit aussprechen, denn sie beruhte im Wesentlichsten auf meinen Untersuchungen über die Vorgänge im Organismus der Thiere und auf meiner Bekanntschaft mit den Veränderungen, welche alle stickstoffhaltigen Thier- und Pflanzenstoffe in den Processen der Fäulniß und Verwesung erleiden (siehe „Ueber die Erscheinungen der Gährung, Fäulniß und Verwesung". Annal. d. Chemie u. Pharm. Bd. XXX, S. 250, 1839). Ich sprach es, wie ich glaube, zuerst aus, daß aller Stickstoff, den ein Thier oder ein Mensch in seiner Nahrung während seines Lebens genießt, in seinem Harn zum weitaus größten Theil als Harnstoff austritt, in der Form einer chemischen Verbindung, welche unter den gewöhnlichen Verhältnissen seines Vorkommens mit außerordentlicher Schnelligkeit in kohlensaures Ammoniak übergeht, und daß die letzten Producte der Veränderungen stickstoffhaltiger

Materien Ammoniak (Salpetersäure) und Kohlensäure sind. Die stickstoffhaltigen Gebilde der vielen Tausenden von Leichen bei der Exhumation des Pariser Kirchhofs des Innocens waren eher noch wie das Fett in gasförmige Verbindungen übergegangen, und ihr Rest in dem Fett als Ammoniak zurückgeblieben. Aehnliche Veränderungen erleidet beim Zutritt der Luft und der Feuchtigkeit die stickstoffhaltige Substanz der Knochen.

Die Wahrnehmung von Scheele (opus c. II, 273), von de Saussure (A. Gehlen II, 691), von Colard de Marligny, daß sich an den Mündungen im Zimmer aufbewahrter Flaschen mit Salzsäure oder beim Aussetzen einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde oder von Schwefelsäure an der Luft Ammoniaksalze bilden, war ebenso, wie meine eigene vor 35 Jahren gemachte Entdeckung des Vorkommens von Ammoniak und Salpetersäure im Regenwasser, ganz bedeutungslos für meine Ansicht; denn diese konnte erst aufgestellt werden nach der Führung des Beweises der constanten Gegenwart des Ammoniaks in der Luft und im Regenwasser, und nach dem Ausschluß aller anderen Stickstoffverbindungen, wonach es außer dem Ammoniak gar keine andere Stickstoffverbindung in der Natur gab, welche den Pflanzen Stickstoff liefern konnte.

In Schleiden's Handbuch der Botanik, S. 169, findet sich folgende Stelle: „Daß Ammoniaksalze die Quelle des Stickstoffes in den Pflanzen sind, wurde zuerst mit Scharfsinn von Th. de Saussure entwickelt, später von Liebig weiter ausgeführt." Schleiden citirt hierbei das Werk de Saussure's Recherches sur la Végétation, deutsche Uebersetzung von Voit, Seite 190. Ich habe aus diesem Werke eine Stelle derselben Seite in der Note meiner Agricultur-Chemie abgedruckt, worin das Wort ammoniakalisch vorkommt, außer dieser Stelle kommt in de Saussure's Werk über Ammoniak nichts vor.

Ich wollte mit meiner Note eigentlich nur andeuten, daß de Saussure das Ammoniak als Bestandtheil der Luft, aber nicht als Stickstoffquelle kannte. Saussure meinte, man könne sich mehrere Quellen denken, und daß das Ammoniak keine davon sei, darüber hat er sich ganz bestimmt und entschieden (s. Bibliothèque universelle, T. XXXVI, p. 430, und Annalen der Chemie und Pharm. Bd. 42, S. 273) ausgesprochen. In dieser Abhandlung tritt er als Gegner meiner Ansicht auf und leugnet, daß das Ammoniak als Nahrungsstoff von den Pflanzen assimilirt werde, er erklärt, daß es in der Vegetation nützlich wirke, weil es als Auflösungsmittel des Humus und der im Boden und der Luft enthaltenen organischen Materien diene. Da ich von der „scharfsinnigen Entwickelung" de Saussure's in meinem Buche nichts gesagt habe, so könnte man leicht der obigen Stelle in Schleiden's Botanik den Sinn unterlegen, als ob ich de Saussure's Verdienst in dieser Hinsicht verschwiegen und mir angeeignet habe, aber meine Mutter hat mich in frühester Jugend schon auf meinen Taufnamen aufmerksam gemacht und wie schön es sei, gerecht zu sein, und wie nur der Gerechte immer Recht behalte.

Ich hatte in meinem Buche auf die Salpetersäure, als Nährstoff für die Pflanze, kein besonderes Gewicht gelegt, nicht darum, weil ich ihren Werth geringschätzte, sondern weil meine Beobachtungen mich zu dem Resultate geführt hatten, daß die in der Erde sich bildende Salpetersäure unter allen Umständen ein Product der Verwesung oder Oxydation des Ammoniaks sei. Wenn die Pflanze Salpetersäure zu ihrem Wachsthum verwendete, so vertrat diese nach meiner Ansicht eigentlich nur das Ammoniak, aus dem sie entstanden war.

Die Erklärung der Salpeterbildung, welche ich vor 20 Jahren in meinem Buche und später in meinen Chemischen Briefen

(S. 98) gegeben habe, stimmt beinahe wörtlich mit den Versuchen und Beobachtungen überein, welche neuerlich ein ausgezeichneter französischer Chemiker über diesen Gegenstand bekannt gemacht hat; meine Ansicht über die Bildung der Salpetersäure gründete sich auf Beobachtungen, die ich an einer wahren Salpeterplantage viele Jahre hindurch zu machen Gelegenheit hatte; es war dies die westliche Mauer des Pferdestalls der Gendarmerie-Station in Gießen, in der Nähe meiner Wohnung; an trockenen warmen Tagen überzog sie sich mit einer krystallinischen haarförmigen Auswitterung von salpetersauren zerfließlichen Salzen, die sich nach der Hinwegnahme unausgesetzt wieder erneuerten; ich hatte die Flüssigkeiten in der Mauer von dem Boden aufwärts untersucht und außer einer sehr kleinen Menge einer verwesenden Materie nur kohlensaures Ammoniak darin gefunden.

Was die Phosphorsäure als Nährstoff der Pflanzen betrifft, so habe ich in meinem Buche (S. 83) angeführt, daß de Saussure bereits 40 Jahre vor mir die Nothwendigkeit ihres Kalksalzes für die Entwickelung der Pflanzen ausgesprochen habe, ohne daß diese Ansicht irgend eine Beachtung fand. „Ich habe dieses Salz," sagt de Saussure, „in den Aschen aller Pflanzen, die ich untersuchte, gefunden, und wir haben keinen Grund, zu behaupten, daß sie ohne dasselbe existiren können" (Recherches sur la Végétation).

Die Frage über die Nothwendigkeit des Kalks, Kalis und der Bittererde für die Ernährung der Pflanze hatte de Saussure einer Untersuchung unterworfen, und es war gewiß ein für die Entwickelung der Pflanzenphysiologie unglücklicher Umstand, daß seine Beobachtungen sich auf zwei Holzpflanzen beschränkten, in deren Aschen das Kali, die Bittererde und der Kalk mit der Bodenbeschaffenheit wechselten. Ein solcher Wechsel kommt bei wild-

wachsenden und solchen Pflanzen, die nicht zur Ernährung dienen, wie beim Taback, der Weinrebe ꝛc., häufig genug vor, aber bei den Nährpflanzen nicht; die Zusammensetzung der Samenaschen oder der Aschen von Futtergewächsen ist sehr constant und die Abweichungen sind in sehr enge Grenzen eingeschlossen, die Phosphorsäure, das Kali, der Kalk und die Bittererde stehen immer in einer bestimmten Beziehung zu dem Gehalt der Pflanzen an blutbildenden Stoffen, das Kali zum Zucker ꝛc.

Die Lehre, daß die Alkalien und alkalischen Erden in den Pflanzenaschen Nahrungsstoffe und nicht zufällige Bestandtheile seien, wird sehr häufig Sprengel zugeschrieben, der in der That in seiner Bodenkunde alle Aschenbestandtheile für nöthig erklärt. Seine Ansicht über die Nützlichkeit oder Nothwendigkeit dieser Stoffe für das Pflanzenleben fand aber weder in der Wissenschaft noch in der Landwirthschaft Anklang, weil nach den Versuchen von de Saussure die Wurzeln der Pflanzen das Vermögen besitzen, aus Salzlösungen der verschiedensten Art das aufgelöste Salz aufzunehmen, und darnach die Anwesenheit eines Aschenbestandtheils nicht als ein Beweis für dessen Nothwendigkeit angesehen werden konnte. Dies schließt natürlich nicht aus, daß die Landwirthschaft großen Vortheil aus Sprengel's Ansicht hätte ziehen können, wenn die Wirksamkeit der einzelnen Aschenbestandtheile von den Landwirthen geprüft und festgestellt worden wäre; dies konnte auf dem empirischen Wege eben so gut wie auf Grund einer theoretischen Ansicht geschehen. Die Asche ist als wirksames Düngmittel schon seit den ältesten Zeiten bekannt.

Was der Lehre von Sprengel allen Erfolg nahm, war der Umstand, daß er die Aschenbestandtheile der Gewächse thatsächlich nicht kannte, er nahm in den meisten Pflanzenaschen die nämlichen Bestandtheile wie in der Holzasche an. In der

Erbsenasche z. B. giebt er 18 Proc. Kieselsäure und 4 Proc. Phosphorsäure, in dem Roggensamen 15 Proc. Kieselsäure und 8 Proc. Phosphorsäure an, beide Samenaschen enthalten aber keine Kieselsäure, und die erstere enthält 38 Proc., die andere 48 Proc. Phosphorsäure.

Die Nothwendigkeit dieser Stoffe und daß sie Nährstoffe seien, konnte, ehe der gesetzliche Zusammenhang der einzelnen, z. B. des Kalks zur Bildung der Cellulose, der Phosphorsäure zu den stickstoffhaltigen Bestandtheilen ꝛc., bekannt war, Beziehungen, die noch heute nicht klar sind, nur aus anderen unbezweifelbaren Beziehungen erschlossen werden. Das Kali findet sich in den Pflanzen jederzeit mit Pflanzensäuren, mit Weinsäure, Oxalsäure ꝛc. verbunden und alle constanten Aschenbestandtheile in den Nährpflanzen sieht man eine ganz bestimmte Rolle in dem Ernährungsproceß der Thiere spielen. Ohne die constante Anwesenheit der Phosphorsäure oder des phosphorsauren Kalks in der Nahrung war die Bildung der Substanz des Gehirns oder der Knochen nicht denkbar, eben so wenig ohne Eisen und ohne die Alkalien die Erzeugung des Blutes und der Bestandtheile der Muskeln. Waren diese Stoffe unentbehrlich für die Vermittelung der Vorgänge in dem thierischen Körper, so mußten sie, dies war der Schluß, zu dem ich kam, auch nothwendig für den Vegetationsproceß sein, weil, wenn sie zufällig wären, ein Wechsel derselben das Leben des Thieres gefährdet haben würde.

Als Gegner meiner Lehre über den Ursprung des Kohlenstoffs und meiner Ansichten über den Lebensproceß der Thiere und Pflanzen haben sich die Herren Moleschott und Mulder besonders bemerklich gemacht. Ich habe mir vorzuwerfen, daß ich den Widerspruch dieser Männer, seinem Gewichte nach, zu leicht genommen habe, denn als Lehrer an Hochschulen üben beide einen Einfluß auf weite Kreise aus, und meine Lehre gilt

in Holland ziemlich allgemein als unhaltbar, indem man glaubt, daß sie durch Herrn Mulder, welcher Professor der Chemie in Utrecht ist, widerlegt sei. Es wird darum nicht als unangemessen angesehen werden können, wenn ich in ein paar Worten den wissenschaftlichen Standpunkt beider Männer näher bezeichne; der von Hrn. Moleschott ergiebt sich für den Chemiker unzweifelhaft aus seiner Untersuchung des Froschfleisches (Archiv für physiol. Heilkunde 1853), welche er einige Jahre nach meiner Untersuchung des Fleisches unternommen hat.

Moleschott beschrieb darin eine Reihe von Versuchen, aus welchen er den Schluß zog, daß in dem Fleischsaft des Frosches zwei Stoffe enthalten seien, Oxalsäure und Harnstoff, die bis dahin in keinem Fleischsafte beobachtet worden waren. Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure und Milchsäure, welche Bestandtheile der Fleischsäfte sind, fand er im Froschfleische nicht. Es wurde bald darauf von Grohe nachgewiesen, daß weder Oxalsäure noch Harnstoff in dem Froschfleische vorhanden sei; was Moleschott für Oxalsäure hielt, war Phosphorsäure, und die Krystalle, welche er für salpetersauren Harnstoff nahm, waren Salpeterkrystalle; im Uebrigen fand Grohe, daß das Froschfleisch Kreatin sowie die anderen Stoffe enthielt, welche als Bestandtheile des Fleischsaftes der Thiere bekannt waren. Es kann hier nicht der Ort sein, die Arbeit von Moleschott einer wohlfeilen Kritik zu unterwerfen, da sie mit diesem Werke in keiner Verbindung steht, allein sie ist als Musterbild für viele, nicht bloß physiologische, sondern auch für landwirthschaftliche Untersuchungen charakteristisch.

So wie Jemand ein Buch in einer ihm fremden Sprache nicht verstehen kann, wenn er die Sprache nicht gelernt hat, so ist es eben so unmöglich, chemische Vorgänge zu beurtheilen und zu verstehen, wenn man nicht weiß, was die chemischen Erschei-

nungen bedeuten. Der Anfänger in der chemischen Analyse beginnt damit, die Eigenschaften der Körper oder, wie man sagt, ihre Reactionen kennen zu lernen, und in den Augen des Chemikers hat der, welcher die bekanntesten und leicht erkennbarsten Stoffe von einander nicht zu unterscheiden weiß, eben so wenig Anspruch darauf, bei chemischen Fragen gehört zu werden, als man einem Manne ein Urtheil über die Bedeutung eines Satzes in einer Sprache zuerkennt, deren Worte er nicht buchstabiren kann. Die Verwechslung der Phosphorsäure mit Oxalsäure, des Salpeters mit salpetersaurem Harnstoff sind nicht Irrthümer, die sich entschuldigen lassen, sondern Merkzeichen einer völligen Unbekannschaft mit diesen Dingen.

Es ist ferner einleuchtend, daß zur Ausführung einer chemischen Operation nicht ein Jeder sich eignet, dem es gerade einfällt, einen Versuch zu machen; die qualitative und quantitative Analyse, die geschickte Handhabung der Werkzeuge und Apparate des Chemikers und die genaue Bekanntschaft mit den Bedingungen, die sich vereinigen müssen, um einen Versuch gelingen zu machen, alles dieses zusammengenommen ist eine Kunst, welche mühsam erlernt werden muß, und es weiß der, dessen Beruf es ist, Andere darin zu unterrichten, daß die rechte Befähigung dazu eben so selten ist als bei einer jeden andern Kunst. Man versteht hiernach, daß ein Mann, der keine Uebung und keine Erfahrung in chemischen Untersuchungen hat, selbst bei der einfachen Wiederholung der Versuche eines Andern, niemals das finden wird, was dieser beschreibt, und wenn er Versuche nach seinen eigenen Ideen macht, niemals das findet, was er finden sollte; wenn dazu noch ein gewisses Maß von Selbstgefühl kommt, so wird er, weil er Alles anders findet, Thatsachen widerlegt zu haben glauben, die gar keiner Widerlegung fähig sind, oder er wird glauben, neue Thatsachen aufgefunden zu haben,

die nur in seiner Einbildung bestehen; das Widersprechende, zu dem er kommt, ist um so größer, und das Neue, was er findet (wie z. B. die Oxalsäure in dem Blute eines Fleischfressers), um so erstaunlicher, je unwissender und ungeschickter er ist.

Die Landwirthe sind der Chemie gegenüber in einer ähnlichen Lage, wie Moleschott in chemisch-physiologischen Fragen; es ist ganz unmöglich für einen Landwirth, der nicht einige Kenntnisse in der Chemie besitzt, die Auseinandersetzung eines chemischen Vorgangs und die Bedeutung der Dinge, um die es sich handelt, richtig aufzufassen; wenn sich ein solcher Mann entschließt, Versuche anzustellen, um die Richtigkeit chemischer Thatsachen zu prüfen, so zeigt sich sogleich, daß er eigentlich gar nicht weiß, um was es sich handelt; die Frage, die er beantworten will, ist ihm nicht klar, und es können unter solchen Umständen auch die größten Anstrengungen nicht zu einem vernünftigen Ziele führen.

Das Schlimmste ist, daß dem großen Haufen alle Thatsachen, von welcher Seite sie auch gebracht werden mögen, gleichwerthig sind und daß er die richtigen von den falschen, oder die werthlosen von den werthvollen nicht zu unterscheiden weiß. Je größer der Haufen Thatsachen ist, desto mehr Bedeutung legt er hinein und, einem Kinde gleich, welches gehört hat, daß man in Kehrichthaufen zuweilen goldene Ringe findet, glaubt er, daß in jedem Kehrichthaufen Gold oder Silber verborgen sei.

Wenn Jemand in einer ihm fremden Gegend einen Wegweiser sucht, so wählt der Verständige gewiß nur den, welchem das Land bekannt ist und der den Weg schon oft gemacht hat und kennt; dem Thörichten ist aber Jeder, der sich anbietet, recht, und zu verwundern ist es nicht, wenn er in einen Sumpf geräth.

Im Jahre 1846 wurden von den Herren DD. Fleitmann und Laskowski Untersuchungen über das von Hrn. Dr. Mul-

der beschriebene Protein angestellt, aus denen sich ergab, daß dieser nach ihm schwefelfreie Grundstoff des Blutes und der thierischen Gebilde nicht existirte und seine Entdeckung eine Täuschung war. Ich beging den Fehler, zu glauben, daß mir Herr Mulder für die Mittheilung dieser Resultate Dank wissen würde; ich schrieb ihm deshalb vor ihrer Veröffentlichung und forderte ihn auf, seine früheren Versuche wieder aufzunehmen, um, wenn er sich geirrt habe, diesen Irrthum selbst zu berichtigen; hierauf empfing ich zwei Briefe von ihm, die ich in dem 57. Bande meiner Zeitschrift abgedruckt habe, von sehr seltsamem Inhalt; er eröffnet mir darin die Aussicht, daß er, so lange er lebe, mein Feind sein und Alles daran setzen wolle, der Welt zu zeigen, daß ich ein großer Sünder sei; vierzehn Tage wolle er mir noch zu meiner Besserung lassen, die im Wesentlichen in der Erklärung bestand, daß das unglückliche Protein existire.

Ich konnte ihm leider diesen Gefallen nicht erzeigen, und Herr Mulder kam später selbst in die beklagenswerthe Lage, durch zwei Abhandlungen, welche den Zweck hatten, die angefochtene Existenz des Proteins darzuthun, die Beweise für dessen Nichtexistenz zu verstärken. Seit dieser Zeit hat er sich redlich bemüht, mein Feind zu sein; in seinem neuesten Werke, „die Chemie der Ackerkrume", belehrt mich Herr Mulder, wie ungenügend und lückenhaft meine Versuche über die Ackerkrume seien; ich weiß dies leider selbst, und es bleibt mir nur der Trost, daß ich mich wirklich bemühte, sie so gut zu machen als ich eben konnte, und ich kann es nur beklagen, daß seine Zurechtweisungen für mich so unfruchtbar geblieben sind.

Besonders anstößig ist ihm der Wechsel in meinen wissenschaftlichen Ansichten; er stellt die, welche ich vor Jahren hatte, mit späteren zusammen und beweist damit, wie unconsequent ich bin. Es ist dies ein Fehler, den ich genöthigt bin einzu-

gestehen; was ihn entschuldigen dürfte ist der Umstand, daß die Chemie verzweifelt rasche Fortschritte macht, und die Chemiker, welche nachkommen wollen, in einem beständigen Zustand der Mauserung (deplumatio, la mue) sind. Dem, welchem neue Federn sprossen, fallen die alten aus den Flügeln aus, die ihn nicht mehr tragen wollen, und er fliegt hernach um so besser.

Wie wenig wahre Befriedigung muß einem Mann wie Mulder die Wissenschaft gewähren, wenn er seine Zeit und Kräfte in der unerquicklichen Bemühung verbraucht, in den, oft recht mühsamen und schwierigen, Arbeiten Anderer die Schwächen und Unvollkommenheiten ans Licht zu ziehen, die denn doch allem Menschenwerk ankleben; bei dem, welcher viel gearbeitet hat, wird er natürlich ein größeres Maß davon auffinden, und der Ruhm, keine Fehler zu machen, welcher dem angehört, der nicht arbeitet, ist nicht sonderlich beneidenswerth.

In einer Biographie von Mulder (Illustrirte Zeitung 1857, S. 39) wird erzählt, daß er von dem chemischen Collegium im ersten Jahre nichts habe verstehen können, was ihn verdrossen, aber nicht von der Chemie abgeschreckt habe. Dies habe ihn denn dazu gebracht, die Elemente der Chemie von Orfila, später den ersten Band von Thenard's Handbuch der Chemie auswendig zu lernen, „gewiß eine seltsame Weise, sich zum Chemiker zu befähigen," die aber vieles in seinen Arbeiten erklärt.

Den größten Schaden in Beziehung auf die Anerkennung und Verbreitung meiner Lehren fügte ich mir leider selbst zu, ich war durch meine eigene Unwissenheit ihr schlimmster Feind und dies durch die Zusammensetzung eines Düngers geworden, welcher dazu dienen sollte, die Fruchtbarkeit der durch die Cultur erschöpften Felder wiederherzustellen. Da dieser Dünger eine Epoche in der Entwickelung meiner Lehre ausmacht, auf die ich

jetzt, ohne Reue, gleichwie auf einen überwundenen Standpunkt zurückblicken darf, so wird man es nicht für unangemessen halten, wenn ich die Geschichte desselben hier erzähle.

Ohne diesen Dünger würde die Landwirthschaft vielleicht noch nicht den festen Boden gewonnen haben, auf dem sie jetzt steht!

Geschichte des Mineraldüngers.

Die Nothwendigkeit eines Ersatzes aller derjenigen Bestandtheile, welche der Boden in den geernteten und ausgeführten Früchten verliert, oder einer Ergänzung der Bestandtheile, die der Stallmist den Ernten geliefert hatte, war mir klar. Ohne diesen Ersatz konnte der Boden nicht fruchtbar bleiben. Die Dauer der Erträge, die Befriedigung der Bedürfnisse einer stets steigenden Population konnte nur gesichert werden, wenn man aus anderen Quellen dem Felde wiedergab, oder dem Stallmiste ersetzte, was ihm fehlte.

Mit dieser Frage beschäftigte ich mich in den Jahren 1844 und 1845; es war nicht schwierig, durch die Analyse des ausgeführten Korns und der anderen Producte zu erfahren, was dem Boden genommen worden war und was ihm wiedergegeben werden müsse, um sein Ertragsvermögen zu erhalten, aber wie sollte der Ersatz geschehen?

Für die Phosphorsäure bestand keine Schwierigkeit, für die Alkalien hingegen eine große. Die Phosphorsäure ließ sich in der Form von Superphosphat in der Erde überall verbreiten und es war anzunehmen, daß allerorts das lösliche Phosphat im Boden Kalk genug antreffen würde, um in gewöhnliches Phosphat überzugehen, welches, durch das im Boden sich bewegende kohlensäurehaltige Wasser löslich gemacht, zur Ernährung

dienlich würde; an einen merklichen Verlust durch das schwache Lösungsvermögen des Regenwassers war nicht zu denken. Anders hingegen beim Kali. Gab man dem Felde das Kali in der Form von Holzasche oder eines löslichen Salzes, so ließ sich voraussetzen, daß das auf das Feld fallende Regenwasser in der kürzesten Zeit das Salz auflösen und, durch die Erde sickernd, in eine Tiefe führen würde, in welcher es unerreichbar für die Wurzeln der Pflanzen ist.

Die Ansicht, daß das in der Erde sich bewegende Wasser die Nährstoffe lösen müsse und löse und daß sie dadurch erst aufnehmbar von den Pflanzen seien, war allgemein und unbestritten. Niemand konnte damals eine andere haben.

Nach einigen Versuchen gelang es mir, eine Verbindung des kohlensauren Kalis mit kohlensaurem Kalk aufzufinden, welche gestattete, dem Kali seine allzugroße Löslichkeit zu nehmen und den Landwirth, der sie als Dünger verwendete, vor dem Verlust durch das Regenwasser zu schützen. Das Wichtigste für die Darstellung eines künstlichen Düngers schien mir gelöst.

Mein Dünger enthielt lösliche Phosphorsäure, Kali und Schwefelsäure. Der Stickstoff der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Mistes war demselben zugesetzt in der Form von Ammoniaksalzen. Für die Kieselsäure dachte ich keinen Ersatz nöthig zu haben, da das Stroh im gewöhnlichen Betriebe dem Felde verbleibt.

In Beziehung auf die Beigabe von Ammoniak sprach ich die Ansicht aus, daß sie höchst wahrscheinlich für manche Gewächse unnöthig sei, namentlich nicht erforderlich für blattreiche Pflanzen, für Klee, Erbsen und Bohnen, was die Landwirthe ins Auge fassen möchten, denn durch den Ausschluß des Ammoniaks verringere sich der Preis des Düngers sehr merklich. Abgesehen von dieser Meinung waren alle Sorten Dünger mit

einer, der zu erzielenden Frucht entsprechenden Menge Ammoniak versehen, in keinem fehlte das Ammoniak. (An adress to the Agriculturist of Great Britain, explaining the use of artificial manures. Liverpool. Printed by Thom. Baines. Castlestreet 1845.)

Obwohl meine Dünger alle Elemente der gegenwärtig in Anwendung gekommenen wirksamsten Düngmittel enthielten, so brachten sie bei ihrer Anwendung bei weitem nicht die erwartete Wirkung hervor.

In England wurden von J. B. Lawes, einem Düngerfabrikanten, auf seinen Feldern in Rothamsted eine Reihe von Versuchen mit meinen Düngern angestellt, aus denen sich ihre geringe Wirksamkeit ergab. Diese Versuche waren ursprünglich, wie es mir schien, nicht in der Absicht angestellt, meine Lehre einer Prüfung zu unterwerfen, sondern einfach, um die Güte oder den Werth meiner Dünger zu erproben.

Ich hatte mich selbst, bei Anwendung auf einem Stück Feld, was ich von der Stadt Gießen zu diesem Zwecke erwarb, überzeugt, daß die Wirkung derselben im ersten Jahre gering und erst im zweiten und dritten bemerklich war; sie waren nicht wirkungslos, aber wegen ihrer so langsamen Wirkung nicht anwendbar in der Landwirthschaft.

Ich verstand den Grund davon nicht.

Lawes hatte noch weitere Versuche mit anderen Mischungen angestellt, die für mich beruhigend genug in Beziehung auf die Richtigkeit meiner Lehre waren, aber, was den Grund der Unwirksamkeit meiner Dünger betraf, mich noch mehr verwirrten.

Die Versuche von Lawes würden vielleicht wenig beachtet worden sein und die von ihm ermittelten Thatsachen sehr bald, und zwar als Bestätigungen meiner Lehre ihre richtige Erklärung gefunden haben, wenn ich nicht das Unglück gehabt hätte, in

dem früheren Präsidenten der königlichen Agricultur-Gesellschaft, Philipp Pusey, meiner Lehre einen unversöhnlichen Feind zu erwecken. Es ist hier nicht der Ort, die Vorfälle auseinanderzusetzen, die ihn zu meinem Gegner machten, und es dürfte genügen, auf seine Aeußerungen in der Zeitschrift der königlichen Agricultur-Gesellschaft in England hinzuweisen, um darzuthun, daß sie in dem Kreise derselben ihre Berechtigung zur Existenz verloren hatte.

Im eigentlichen Sinne hingerichtet wurde sie von Herrn Pusey in einem Artikel dieses Journals (T. XI, Part. II), in welchem er sich über den Einfluß der Chemie auf die Landwirthschaft folgendermaßen ausspricht: „Die Mineraltheorie, zu hastig angenommen von Liebig, nämlich: daß die Ernten steigen und fallen in directem Verhältnisse zu der Quantität der Mineralsubstanzen im Boden oder der Zufuhr oder Abnahme dieser Stoffe im Dünger, hat ihren Todesstreich durch die Versuche von Herrn Lawes erhalten. Herr Lawes, unsere beste Autorität, hat sicherlich soviel gezeigt, daß von den beiden wirksamen Bestandtheilen der Dünger, Ammoniak ganz besonders wirksam für Korn und Phosphor für Rüben ist. Außer Liebig's Empfehlung, Knochen in Schwefelsäure aufzulösen, und Sir Rob. Kane's, das Flachsröstewasser als Dünger zu verwenden, giebt es keine Verbesserung, welche die Landwirthschaft von der Chemie empfangen hat. — Es ist ein großer Irrthum, zu glauben, daß wir Landwirthe machen können, wenn wir sie in zweifelhafter Chemie unterrichten."

Meiner Lehre und den von Lawes aufgefundenen Thatsachen gegenüber waren diese Aeußerungen im höchsten Grade merkwürdig. Lawes hatte nach einander alle Substanzen probirt, die ich als unorganische Nahrungsmittel bezeichnet hatte, Kali, Kalk und Bittererde waren ohne Einfluß auf die Erträge

seiner Felder; den günstigsten hatten hingegen Ammoniaksalze und Kalksuperphosphat, von welchen beiden ich das letztere als das nothwendigste Düngmittel für die englischen Felder bezeichnet hatte. Beide waren unorganische Nährstoffe und ihre Wirkung der Mineraltheorie entsprechend; was ich vorher gesagt hatte, daß nämlich gewisse Pflanzen das Ammoniak als Düngmittel entbehren könnten, hatte sich ebenfalls bewährt; für das Gedeihen der Turnipsrübe war die Beigabe von Ammoniak nicht nothwendig.

Da die Turnipsrübe das wichtigste Futtergewächs in England ist, so hatte, wenn Ammoniaksalze vorzüglich geeignet waren zur Erhöhung der Korn-, und Kalksuperphosphat zur Steigerung der Rübenerträge, die englische Landwirthschaft in diesen beiden Düngmitteln die kostbarsten Gaben zur Erzeugung von Fleisch und Brot von der Chemie empfangen, die diese Wissenschaft überhaupt zu geben vermochte, denn vor der Bekanntschaft mit der Mineraltheorie wußte der praktische Landwirth weder etwas von Superphosphat noch von Ammoniaksalzen.

Ich versuchte vergeblich durch eine an das Journal der königlichen Agricultur-Gesellschaft gerichtete Note die irrige Auslegung der Versuche von L a w e s zu berichtigen und auseinander zu setzen, daß kein einziger derselben im Widerspruch sei mit meiner Lehre, sondern eine Bestätigung derselben. Ich gab bereitwillig zu, daß meine Dünger in irgend einer mir unverständlichen Weise fehlerhaft zusammengesetzt seien und daß in ihrem Zustande und in ihrer Beschaffenheit, nicht in ihren Bestandtheilen der Grund ihrer geringen Wirksamkeit liegen müsse; sie enthielten ja dieselben Materien, Phosphorsäure und Ammoniaksalze, welche L a w e s als die wirksamsten erprobt hatte, so daß die mangelhafte Wirkung meiner Dünger kein Beweis für die Mangelhaftigkeit meiner Theorie sei.

Das Organ der königlichen Agricultur-Gesellschaft hatte für mich keinen Raum, und so entschloß ich mich denn, was ich über das Verhältniß meiner Theorie zu den Versuchen von Lawes zu sagen hatte, in der dritten im Jahre 1851 erschienenen Ausgabe meiner chemischen Briefe abzudrucken. Ich wußte damals immer noch nicht den Grund der Unwirksamkeit.

Diese Erklärung bekam aber meiner Theorie noch schlechter. Schon im Jahre 1847 hatte Herr Lawes in seiner Abhandlung „Ueber Agricultur-Chemie" (Journ. of th. roy. Agr. Soc. VIII, 240) nicht nur den Beweis geführt, daß meine Dünger schlecht seien, sondern auch den Grund zur Widerlegung meiner Lehre gelegt, indem er eine ihm eigene Theorie aufstellte, die in den folgenden Sätzen enthalten ist:

„Die Dünger werden im Allgemeinen eingetheilt in zwei Classen, in organische und unorganische; organische Dünger sind solche, welche fähig sind, der Pflanze durch Zersetzung oder in anderer Weise Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zu liefern. Unorganische Dünger sind solche, welche die Mineralbestandtheile enthalten, aus welchen die Aschen der Pflanzen bestehen."

Aus dieser Lehre des praktischen Mannes folgte nothwendig von selbst, daß ein Mineraldünger ein Dünger sein müsse, der nur die Aschenbestandtheile der Gewächse enthalte und in dessen Zusammensetzung Ammoniaksalze, welche zu den organischen Düngern gehören, ausgeschlossen seien. In jedem chemischen Lehrbuch wird zwar das Ammoniak und seine Salze unter den unorganischen Substanzen abgehandelt, da es Gegenstand der chemischen Fabrikation ist, während organische Materien von den Menschen nicht gemacht werden können, und dieser Umstand hätte wohl zu der Vermuthung führen sollen, daß in einem unorga-

nischen Dünger nicht nothwendig das Ammoniak ausgeschlossen sein müsse. Die Agricultur-Chemie des praktischen Mannes war offenbar eine besondere Chemie, die mit der gewöhnlichen in keiner Verbindung stand, und in dieser Beziehung ließ sich seine Theorie wohl rechtfertigen, aber nach meiner Theorie nahm ich offenbar einen andern Standpunkt ein. Herr Lawes führt zwar (Seite 21) in seiner Abhandlung an, daß meine Dünger nach Ammoniak röchen, demnach ein Ammoniaksalz enthielten, allein er ließ zwischen den Zeilen durchblicken, daß dies ein kleiner Kniff sei, um meinen Düngern eine Wirksamkeit zu geben, die sie nach seiner Interpretation meiner Theorie nicht besitzen sollten.

Ich hatte in den ersten Ausgaben meines Buches ein allzuhohes Gewicht auf den Werth des Ammoniaks als Stickstoffnahrung gelegt und ich suchte, gestützt auf eine nähere und genauere Betrachtung der Cultur im Großen, die übeln Folgen meiner früheren unrichtigen Ansicht in der dritten Ausgabe meiner Agricultur-Chemie zu beseitigen. Man hatte in Frankreich und Deutschland den Stickstoff in den Düngmitteln als den wirksamsten oder als den allein wirksamen Bestandtheil bezeichnet und die Dünger in Reihen geordnet, die stickstoffreichsten voran, so daß also der Stickstoff in den Augen der Landwirthe als der Werthmesser der Dünger erschien, der ihren Gebrauch und Preis regle. Daraus folgte von selbst, daß das Ammoniak, als die stickstoffreichste von allen Substanzen, das werthvollste und wirksamste Düngmittel sei.

Meine Untersuchungen hatten mich aber zu der vollen Ueberzeugung geführt, daß wenn die Verbesserung unserer Felder, die Erhöhung ihrer Erträge von einer Zufuhr von Stickstoffnahrung durch Zukauf von Außen abhängig sei, daß man für immer auf einen Fortschritt in der Landwirthschaft verzichten müsse. (Ich

komme später, um die Geschichte meines Mineraldüngers nicht zu unterbrechen, auf die Gründe zurück.)

Ich warnte auf das Eindringlichste die Landwirthe, daß sie nicht glauben möchten, das Ammoniak habe irgend einen höheren Werth als ein anderer Düngstoff. Ich hatte durch eine große Anzahl von Analysen, die in meinem Laboratorium ausgeführt worden waren, erfahren, daß alle Bodenarten, selbst die schlechtesten, sehr viel reicher waren an Stickstoff, als die Mehrzahl an Phosphorsäure oder Kali ist.

Ich wußte aus den Bestimmungen des Ammoniaks in der Luft, daß die Atmosphäre allein, also ohne den Boden zuzuziehen, soviel Stickstoffnahrung, als für den intensivsten Betrieb erforderlich sei, zuführe, und daß es sich nur darum handle, durch die geschickte Behandlung der Felder und die richtige Wahl der Fruchtfolge das Maximum, was die Atmosphäre darbiete, auf den Feldern in der Form von Futter- und Korngewächsen zu verdichten.

Nach meiner Lehre sollte den Feldern alles ersetzt werden, was ihnen fehlte, um sie dauernd fruchtbar zu erhalten, und da es unmöglich war, zu wissen, was einem Felde in der Gemarkung Bogenhausen, Schleißheim oder Rothamsted fehlte, so blieb nur ein Rath zu geben übrig. Der, welcher wußte, daß ihm vor Allem Kali oder Phosphorsäure oder Stickstoff fehlte, bedurfte einer Anweisung nicht, aber die vielen anderen Landwirthe, die nichts von alledem wußten, was ihren Feldern mangele, bedurften eines Anhaltpunktes, um darnach zu bemessen, auf welche Stoffe sie ihre Aufmerksamkeit richten müßten; das Natürlichste und Angemessenste war, ihnen zu sagen, daß sie zunächst Sorge dafür zu tragen hätten, diejenigen Stoffe wiederzugeben, die sie in ihren Früchten oder Producten ausführten. Die chemische Analyse zeige, was und wieviel dieß sei.

Es war damit nicht gesagt, daß der Landwirth, welcher wußte, daß sein Boden ein paar Mal hunderttausend Pfund Kalk enthalte, die paar Pfunde Kalk, oder ein anderer, dessen Boden reich an Kali sei, die paar Pfunde Kali, die er ausführe, ersetzen müsse, aber der, welcher dieß nicht wisse, möge dieß immerhin thun, weil es ihm wenig Kosten mache, und es möglicherweise gerade auf die paar Pfunde Kalk oder Kali auf kali- oder kalkarmen Boden ankomme, um der Rüben- oder Kleeernten sicher zu sein. Der einfache Ersatz der in einer Rotation ausgeführten Stoffe reiche aus, um eben so viel wie in der vorangegangenen zu ernten. Mehr gebe er in der Regel auch in seinem Stallmiste nicht; wolle er höhere Ernten haben, so müsse er mehr geben, und um das Feld in die Beschaffenheit zurückzuversetzen, die es vor 50 Jahren z. B. gehabt, müsse er zuführen, was er im Verlaufe dieser 50 Jahre seinem Felde genommen habe.

Dies sind die Grundsätze meiner Lehre gewesen, die ich in meinem Buche auseinandergesetzt habe; es folgte daraus von selbst, daß die Erträge der Felder stiegen oder fielen je nach der Zu- oder Abnahme der Bedingungen ihrer Wiedererzeugung; und da dieß unorganische oder mineralische Stoffe sind, je nach der Zu- oder Abnahme der mineralischen Nahrungsstoffe. Einen Gegensatz von unorganischen und organischen Nährstoffen hatte ich gar nicht aufgestellt.

Damit war nicht geleugnet, daß auf den Feldern in den reichen Oderbrüchen sehr viele Jahre hindurch durch Stalldünger allein, ohne allen Ersatz der ausgeführten Nährstoffe, reiche Korn- und Rübenernten, oder daß man in Rothamsted durch die einfache Zufuhr von Phosphorsäure oder Stickstoff, ohne Ersatz von Kali oder Kalk, hohe Weizenernten erzielen könne; sondern was ich gesagt habe war dieß: man möge doch die

brittischen Inseln ins Auge fassen, was ich meine, könne Jedem klar aus dem Verfahren des brittischen Farmers werden; er führe jedes Jahr enorme Quantitäten wirksamer Bodenbestandtheile in den Früchten seines Feldes den großen Städten zu und diese gingen alle verloren für ihn, da sie in den Flüssen dem Meere zufließen, welches nichts von alledem zurückgebe, was es empfinge. Der englische Farmer wisse zuverlässig, daß die Erträge seiner Felder fallen würden, wenn er diese Stoffe nicht wieder ersetze: daß man in England sehr viele Millionen Pfunde Baumwolle jährlich spinnen, weben, bleichen und drucken, und sehr viele Rasirmesser und andere Stahl- und Eisenwaaren machen und für deren Absatz nach allen Orten hin besorgt sein müsse, um das Geld zum Rückkauf der ihm mangelnden Düngstoffe, oder zum Ankauf von mehr Getreide, zu erwerben; er gebe Millionen Pfund Sterling willig aus, um seine Felder wieder in den Stand zu setzen, seine großen Städte mit eben soviel Fleisch und Brot wie vorher zu versehen, und wisse zuverlässig, daß, wenn er dies nicht thue, England sehr viele Millionen Pfunde Sterling mehr zum Ankauf von Getreide und Vieh aufwenden müsse; den Guano und das Knochenmehl kaufe der englische Landwirth nicht aus Liebhaberei, sondern gezwungen durch ein Naturgesetz. Daraus folge, daß die Ernten in England wie auch anderwärts s t i e g e n, wenn sie den Feldern ersetzten, was sie ihnen genommen hatten, und f i e l e n, wenn sie k e i n e mineralischen Nahrungsmittel (im Guano, Knochenmehl ꝛc.) zuführten, im Verhältniß also zu ihrer Zu- oder Ausfuhr. Und wenn alle Felder in ganz Großbritannien in die Hand eines Landwirths und die Zufuhr der Düngbestandtheile in die Hand eines Kaufmanns gelegt wären, und der Eine die Beschaffenheit seiner Felder und das, woran sie Mangel hätten, und der Ander die Zusammensetzung seiner Düngstoffe genau kenne, so

würde der Landwirth zu dem Kaufmann sagen, ich brauche für meine Felder in Yorkshire, Oxfordshire, Gloucestershire, Werwickshire, die in der Juraformation liegen; soviel Kali, aber keinen Kalk, Knochenmehl, aber kein Superphosphat und wenig Ammoniak; für die Felder in Rothamsted hingegen soviel mehr Ammoniak und Superphosphat, ferner etwas Kalk, aber kein Kali, und der Kaufmann würde alsdann im Stande sein, Jedem zu geben, was er bedarf.

In dieser Lehre habe ich also nicht gesagt, daß alle Felder gleichen Mangel an Kali, Kalk, Phosphorsäure u. s. w. hätten, was ich gar nicht wissen konnte, sondern sie sagt, daß wenn ein Agricultur-Chemiker, z. B. Herr Lawes, behaupte, „die Felder enthielten einen enormen Ueberschuß an Kali, auf 10 Zoll Tiefe über 50,000 Pfund", so solle der Landwirth in Oxfordshire oder in einem anderen Shire nicht so einfältig sein zu glauben, Herr Lawes habe dessen Feld gemeint, denn dieser könne gar nicht wissen, wie reich ein anderes Feld an irgend einem Nährstoff sei oder an was es Mangel habe.

Was meine Lehre in Beziehung auf den Gehalt der Atmosphäre an Ammoniak betrifft, welches, wie ich behauptete, ausreichend sei für alle Früchte, die der Landwirth erzielen wolle, wenn er es nur in der rechten Weise anzufangen wisse, so sagte ich in meinem Buche, daß die Atmosphäre im Ganzen genug für alle Gewächse, aber der Zeit nach nicht genug für einzelne darbiete; in dem Capitel über den Ursprung des Stickstoffs empfahl ich dem Landwirth eindringlich, das Ammoniak mit der größten Aufmerksamkeit und Sorge in seinem Stallmist zusammenzuhalten und jeden Verlust zu vermeiden, denn die Höhe der Erträge vieler seiner Gewächse hinge davon ab, daß ein Ueberschuß von Ammoniak dabei sein müsse, wenn die unverbrennlichen oder Aschenbestandtheile in seinem Miste ihre volle Wirkung haben

sollten. Kein Nährstoff wirke für sich allein, alle müßten in der richtigen Menge und zur rechten Zeit zusammen sein. Viele Culturgewächse, namentlich Sommergewächse und überhaupt solche von kurzer Vegetationszeit bedürften, um ein Maximum an Pflanzenmasse zu erzeugen, sehr viel mehr Stickstoffnahrung, als in eben dieser Zeit die Luft zuzuführen vermöge, aber der Landwirth habe in seinen Futtergewächsen ein Mittel, Stickstoffnahrung aus der Luft anzusammeln und in seinem Stallmist anzuhäufen, so daß es ganz in seine Hand gelegt sei, den anderen jedes Jahr soviel zu geben, als sie bedürften. Die Kunst sei, es so zu machen, daß der Kreislauf immer fortbestehe. Bildlich ausgedrückt solle es der Landwirth machen wie ein Mühlenbesitzer, der nur einige Monate des Jahres volle Arbeit für seine Mühle hat und einen kleinen Bach, der zwar immer fließt, aber im Sommer nicht Wasser genug hat, um soviel Korn zu mahlen, als nöthig wäre, um seine Kunden zu befriedigen; er sammelt darum das Wasser in den Monaten, wo er weniger braucht in einem Teiche an, und der Vorrath an Wasser gestattet ihm alsdann zur Zeit des Bedarfs ein Maximum von Mehl zu liefern. In ähnlicher Weise könne der Landwirth durch eine richtige Fruchtfolge den für seine Halmgewächse nöthigen Ueberschuß an Stickstoffnahrung in seinem Stallmiste sammeln.

Indem ich die Methode der Beweisführung des Herrn Lawes vorläufig übergehe, komme ich zu seiner Beweisführung selbst. Durch seine Theorie der Düngung hatte er festgesetzt, daß ein Mineraldünger kein Ammoniak enthalte: Mein Dünger sei ein Mineraldünger und es habe darum das Ammoniak keinen Bestandtheil davon ausgemacht. Er zeigte nun durch seine Versuche, daß die Wirksamkeit meines Düngers sehr bemerklich gesteigert werde, wenn man Ammoniaksalze beigebe: „Dieß ist," sagte er, „der mechanische Zustand der

Form und Beschaffenheit, von der Liebig meint, daß die Unwirksamkeit seiner Dünger bedingt gewesen sei;" ein organischer Dünger müsse dabei sein, wenn der Mineraldünger wirken solle. Richtiger ausgedrückt und der Wahrheit gemäß hätte er vielleicht sagen können, daß ich zu wenig Ammoniak zugesetzt hätte, immerhin wäre dieß eine Entdeckung gewesen. Er gab aber seinen Versuchen eine größere Tragweite. Da die Vermehrung des Ammoniaks im Felde dessen Erträge gesteigert habe, so folge daraus die Unrichtigkeit meiner Behauptung, daß die Atmosphäre reich genug an Stickstoffnahrung für die Kornpflanzen sei, denn wäre dieß wahr, so hätte der Mineraldünger ohne Ammoniak denselben Mehrertrag liefern müssen als beim Zusatz von Ammoniak. Durch die Ausfuhr von Korn verliere das Feld Stickstoff, dieß sei gewiß; und daß die Atmosphäre ihn nicht ersetze, dieß sei bewiesen durch seine Versuche, sie enthalte und führe nicht genug zu. Diese meine Behauptung hatte er in dieser Weise erledigt und widerlegt.

Die Zufuhr des Ammoniaks, so drückt sich Lawes aus, ist für den praktischen Feldbau vorzugsweise wichtig; denn die Erträge der Felder stehen eher im Verhältniß zu der zugeführten Ammoniakmenge, als zu der Menge der zugeführten Aschenbestandtheile.

Indem Herr Lawes eine Reihe von anderen Versuchen anstellte, in welchen er seine Stücke Feld mit Mischungen von Superphosphat, Ammoniak und anderen Salzen, nach seiner Phantasie zusammengesetzt, also ohne die chemische Analyse in der Wahl und den Verhältnissen ihrer Bestandtheile als Leiterin zu wählen, gedüngt hatte und er eben so hohe und noch höhere Erträge als mit meinem Weizendünger beim Zusatz von Ammoniaksalzen erhielt, so schloß er folgerichtig also: Da die

Thatsachen bewiesen, daß seine (Lawes) Mischungen, ohne wissenschaftliche Grundsätze zusammengesetzt, besser wirkten und höhere Ernten gäben als Liebig's Mischungen, die nach der Analyse der Weizenasche und nach wissenschaftlichen Principien zusammengesetzt seien, so folge hieraus, daß sich der praktische Mann nicht durch die chemische Analyse oder die Wissenschaft leiten lassen dürfe, sondern durch die Praxis selbst.

Die dritte meiner Behauptungen, daß das Ammoniak kein vorzugsweise wichtiger Dünger sei und für sich keine Wirkung äußere, widerlegt Herr Lawes auf folgende sinnreiche Weise: Er düngte im Jahre 1844 ein Stück Feld pr. Acre mit Kalksuperphosphat und Kali in solcher Menge, daß diese nahezu den wirksamen unverbrennlichen oder fixen Bestandtheilen von 1750 Pfund Guano äquivalent war, und darauf dasselbe Stück im nächsten und in den darauf folgenden Jahren mit Ammoniaksalzen, das heißt mit den wirksamen flüchtigen Bestandtheilen des Guano, im Ganzen also mit Guano, mit der Abänderung, daß er die fixen Bestandtheile desselben im ersten Jahre gab und in den folgenden die flüchtigen hinzufügte. Ein günstiger Erfolg der Düngung mit Ammoniaksalzen war unter diesen Umständen ziemlich sichergestellt, und in der That lieferte dasselbe Feld sechs Jahre nacheinander mit Ammoniaksalzen allein durchschnittlich jährlich einen Mehrertrag von 551 Pfund Korn und 933 Pfund Stroh, die Hälfte mehr als ein gleiches ungedüngtes Stück. In Deutschland erzielt man auf der Fläche eines englischen Acres mit 1750 Pfund Guano oder dessen wirksamen Bestandtheilen (Superphosphat, Kali und Ammoniaksalze) acht Kornernten und denselben Mehrertrag. Es ist mir nicht bekannt, ob Herr Lawes von den im Jahre 1843 von Schattenmann in Frankreich angestellten Versuchen Kenntniß hatte, dieser erhielt von zehn Getreidefeldern, mit noch viel

größeren Mengen Ammoniaksalz allein gedüngt, kein einziges Pfund Korn mehr, sondern in einzelnen Fällen 558 bis 608 Pfd. Korn pr. Acre weniger als von einem andern Stücke, welches kein Ammoniaksalz empfangen hatte. Jedenfalls sieht man, daß Herr Lawes alles gethan hat, was ihm möglich war zu thun, um die Thatsachen seinem Schlusse gerecht zu machen. Seinen Beweisen, daß man mit Ammoniaksalzen allein Jahre lang nacheinander hohe Mehrerträge erzielen könne, ohne irgend einen andern Düngstoff dem Ammoniaksalz beizugeben, ließe sich nichts entgegensetzen; denn thatsächlich hatte er sechs Jahre nacheinander durch Ammoniaksalze allein hohe Mehrerträge erhalten.

Herr Ph. Pusey verfehlte nicht in einer Nachschrift zu dieser Abhandlung von Lawes (X. 11. Part. Journ. of the royal Agr. Soc. 1851), gleich als sei er der höchste Richter in diesen Dingen, meine Lehre in folgender Weise definitiv zu beseitigen: „Diese wichtige Abhandlung," sagt er, „stellt, was ich in der letzten Nummer dieses Journals schrieb, den gänzlichen Bankerott von Liebig's Mineraltheorie als Führer in der Wahl von Dünger in dem praktischen Feldbau fest."

Meine Theorie war demnach aus allen Positionen zum wiederholten Male herausgeschlagen und verurtheilt. Die Chemie hörte auf die Führerin des Landwirths zu sein. Es fehlte jetzt nur noch eine Kleinigkeit, um mich und allen Antheil an der Landwirthschaft, den mir hier und da ein thörichter Landwirth noch zuerkannte, in die Luft zu setzen, d. h. mir den Boden unter meinen Füßen hinwegzuziehen.

Auch diese Probe hat sie glücklich überstanden, und ich darf es wohl sagen, sie ist jetzt frischer und gesunder wie jemals. Als die Abhandlung von Lawes im Jahre 1851

erschien, wußte ich immer noch nicht, worin der Grund der geringen Wirksamkeit meiner Dünger zu suchen sei. Lag er an einem Mangel an Ammoniaksalzen, so war nichts weiter zu thun. Ein Hauptsatz meiner Theorie war alsdann falsch, eine Hülfe für die Landwirthe war nicht möglich. Die Versuche von Lawes ergaben, daß, um den Ertrag eines Feldes um die Hälfte über den eines ungedüngten Stückes zu erhöhen' eine Zufuhr von drei Centner Ammoniaksalzen pr. Acre erforderlich sei; mit weniger erreichte er diesen Mehrertrag durchschnittlich nicht. Nach statistischen Erhebungen werden in England, Frankreich, Belgien, den deutschen Bundesstaaten und Oesterreich jährlich aus Leuchtgas und thierischen Abfällen 25- bis 30,000 Tons Salmiak und schwefelsaures Ammoniak, oder 600,000 Ctnr. von beiden fabricirt.

Diese Quantität genügt nicht für das Großherzogthum Hessen, wenn man auf einem hessischen Morgen mit Hülfe der Ammoniaksalze einen halben Ertrag an Korn und Stroh mehr gewinnen wollte, als das Feld ohne Zufuhr derselben liefert. Rechnet man Preußen, Oesterreich, Bayern und die übrigen Zollvereinsstaaten, Großbritannien, Frankreich, die skandinavischen Länder rc., so reicht etwa die ganze in Europa fabricirte Menge Ammoniaksalz hin, um einem Acre Land jährlich ein Pfund zu geben!

Die Fabrikation des Leuchtgases läßt sich nicht willkürlich vermehren, ebenso ist die Herbeischaffung von thierischen Abfällen, von Horn, Klauen, Knochen, aus denen Ammoniaksalze fabricirt werden, in sehr engen Grenzen eingeschlossen; man hat es demnach auch bei dem besten Willen nicht in der Hand' die Fabrikation von Ammoniaksalzen zu steigern. Auch wenn man zehnmal soviel erzeugen könnte, so wäre dies für das Ganze doch nur wie ein Tropfen in einem Eimer Wasser.

Wenn der Stickstoff wirklich die ihm zugeschriebene Wirkung hatte, so war es sicherlich weit zweckmäßiger, an der Stelle der Ammoniaksalze die Felder mit den thierischen Abfällen zu düngen, aus denen man das Ammoniak gewinnt; man würde alsdann jedenfalls doppelt soviel Stickstoff zu seiner Verfügung haben, da die Hälfte desselben bei der Verwendung zur Ammoniaksalzfabrikation in den Rückständen bleibt oder verloren geht.

Ersetzt man aber die Ammoniaksalze durch thierische Producte, aus denen sie bereitet werden, so hat man noch einen andern Vortheil, der auch in Anschlag gebracht werden muß, nämlich den, daß diese Stoffe stets begleitet sind von unverbrennlichen Nährstoffen, von Phosphorsäure, Kali und anderen, für die man alsdann nicht mehr zu sorgen hat. Wählt man den stickstoffreichen Harn und die Excremente der Menschen, so ist man am besten daran, man hat darin den Stickstoff und was sonst nöthig ist beisammen.

Denkt man sich aber die Ammoniaksalze in den Düngern ersetzt durch die thierischen Stoffe, aus denen sie bereitet werden, so ist also die Essenz dieser Lehre: daß der Landwirth sich bemühen müsse, soviel thierischen Dünger als möglich seinen Feldern zu geben, denn dadurch sichere er sich hohe Ernten. Gewiß eine sehr triviale Lehre. Denn der thierische Dünger ist es ja gerade, woran wir Mangel haben; wir haben davon nicht genug und seine Vermehrung liegt nicht in unserer Hand!

Zu sagen, daß man unter diesen Umständen Ammoniaksalze geben müsse, dies ist der Meinung des Kindes gleich, welches bei einer Brottheuerung seiner Mutter sagte, man möge doch den armen Leuten Kuchen und Biscuit geben, wenn das Brot so rar und theuer sei.

Es standen demnach zwei Ansichten in Beziehung auf den Stickstoff einander gegenüber:

Liebig sagt den Landwirthen, die Production von mehr Korn, von mehr Fleisch, welche die steigende Population von Euch erwartet, bewegt sich darum, daß Ihr eben so hohe und immer steigende Erträge zu erzielen lernt ohne Zukauf von Ammoniak. Der Angelpunkt Eures Fortschritts ist, daß Ihr lernt aus den natürlichen Quellen soviel Stickstoffnahrung zu schöpfen als Ihr braucht. Tausend von Thatsachen lehren, daß dieß möglich ist.

Lawes sagt, die Mehrproduction von Korn bewegt sich darum, daß Ihr soviel Ammoniaksalze zukauft, als Ihr nur könnt, denn es gibt keinen anderen Weg als diesen; die Ernten stehen im Verhältniß zu ihrer Zufuhr.

Richtig ist, daß Herr Lawes seine Lehre nur auf die englischen Felder bezogen haben will, in seinem Sinne auf die Landwirthschaft wie sie ist: to apply to agriculture as generally practised in this country, that is to say agriculture as it is (Journ. T. XVII. Part II. p. 452). In England haben die Ochsen und Schafe, so sagt man, ein ganz anderes und viel besseres Fleisch als in Frankreich oder Deutschland; mit dem englischen Weizen läßt sich kein anderer vergleichen und die englische Turnipsrübe übertrifft an Nahrhaftigkeit alle anderen Futtergewächse, so meint man in England. Der englische Ochse spürt es freilich so wenig als wie der deutsche, wenn man ihn in die Hörner kneipt, aber darum könnten dennoch die englischen Felder eine ihnen eigene Beschaffenheit haben; dieß vorausgesetzt ist gewiß, daß Liebig's Theorie für England keine Bedeutung habe; der Beweis ihrer Falschheit sei von Herrn Lawes geführt. Aehnlich wie diese sind die logischen Schlüsse, zu denen Herr Pusey, die

Spitze der königl. Agricultur-Gesellschaft, gelangte, und man kann sich darüber nicht wundern, daß bei einem solchen Gegensatze alle meine Bemühungen, in dem Organ derselben meine Stimme zu einer Verständigung erheben zu dürfen, erfolglos waren und unwillig über meine ziellosen Belästigungen abgewiesen wurden.

Der Kern der für die Landwirthschaft wichtigsten Fragen hatte, wie man einsehen muß, mit meinem Dünger nicht das Geringste zu thun, in keinem meiner Bücher stand ein Wort davon; mein Vorschlag war der erste Versuch zur Fabrikation eines künstlichen Düngers, schlug dieser fehl, so mußten vor Allem die Grundsätze einer genauen Prüfung unterworfen werden, nach denen er zusammengesetzt war, waren sie als richtig erkannt, so konnte die Unwirksamkeit meiner Dünger nicht auf die Unrichtigkeit meiner Lehre, sondern nur auf eine ungeschickte Zubereitung bezogen werden.

Das Ammoniak machte, wie schon oft erwähnt, einen Bestandtheil aller meiner Dünger aus, allein die zugesetzte Menge war klein, sie war auch schon durch den ökonomischen Gesichtspunkt begrenzt.

Die Anzahl der Geldstücke, welche ein Landwirth für einen Centner Dünger ausgiebt, bemißt er nach dem Nutzen, den ihm diese Ausgabe bringt; der Preis des Düngers muß im richtigen Verhältniß stehen zu den Erträgen; die gewonnenen höheren Erträge müssen die Ausgaben decken und einen gewissen Gewinn übrig lassen. Wenn durch jedes Pfund zugekauftes Ammoniak im Dünger fünf Pfund Fleischbestandtheile in dem Mehrertrag hätten geerntet werden können, so bewegte sich die ökonomische Frage darum, ob die Einnahme von dem Verkauf der fünf Pfund Fleischbestandtheile die Ausgabe für das Pfund Dünger in der oben erwähnten Weise deckte oder nicht; war

dies der Fall, so war sie zu Gunsten der Praxis gelöst, im entgegengesetzten Falle war und blieb es immer eine interessante wissenschaftliche Thatsache, die aber naturgemäß auf den Betrieb des praktischen Mannes keinen Einfluß äußern konnte, der nicht bloß Nahrung für andere Menschen, sondern auch Brot und Fleisch für sich und seine Familie erzeugen will. Wenn er sein Korn und Fleisch wieder hingeben muß, um die Mittel zu ihrer Wiedererzeugung in seine Hand zurückzubekommen, so bleibt natürlich für ihn und seine Familie nichts von dem übrig, was er erzeugt.

Herr Lawes hatte in seinen Versuchen mit einer bewunderungswerthen und beinahe unbegreiflichen Unbefangenheit alle Elemente geliefert, um diesen allerwichtigsten Gesichtspunkt in der Düngerfrage in das hellste Licht zu stellen, und es ist wohl kaum möglich, für meine, viele Jahre vorher aufgestellte Ansicht von der Unanwendbarkeit der Ammoniaksalze in dem praktischen Feldbau stärkere und entscheidendere Beweise aufzufinden, als wie es die Thatsachen sind, die er selbst beschreibt. Sie lassen sich in ein paar Worten zusammenfassen.

Alle seine Versuche zusammengenommen ergaben, daß man mit einem halben Pfunde Salmiak und einem halben Pfunde schwefelsauren Ammoniak zwei Pfund Weizenkorn im Mehrertrag erntet. Dieß will sagen, wie sich Herr Maron in seinem Berichte über die japanische Landwirthschaft ausdrückt, daß man von dem Felde von 30 Groschen, die man ihm giebt, 20 Groschen zurückempfängt, oder von einem Schilling acht Pences; dieß war selbstverständlich nur zu einer Zeit der Fall, wo noch keine besondere Nachfrage nach Ammoniaksalzen von Seiten der Landwirthe bestand.

Herr Lawes drückt sich darüber folgendermaßen aus:

„Ich bin geneigt zu glauben, daß für praktische Zwecke

wir 5 Pfund Ammoniak als nothwendig annehmen können für die Erzeugung von jedem Bushel (60 bis 63 Pfd.) Weizenkorn, worin 1 Pfund Stickstoff" (Journ. VIII. T. I, p. 246); ferner sagt er Seite 482: „Wir mögen im Vorbeigehen bemerken, daß unter allen, auch den besten Bedingungen das Ammoniak uns keinen Zuwachs geliefert hat, der dem unserer Schätzung gleichkommt." Ich führe hier seine eigenen Worte an, weil ich nicht gewagt hätte, sie aus meinem Gedächtnisse wiederzugeben.

Wenn der praktische Mann sich die Mühe nehmen will, ein wenig über dieses Ergebniß der Lawes'schen Versuche nachzudenken und sich nebenbei umzusehen, ob es denn vielleicht in der Natur Bergwerke giebt, wo man Ammoniaksalze aus der Erde hervorholen kann, etwa wie Steinkohlen, aber in etwas größerer Menge noch wie Steinkohlen, so wird er sicherlich zu der Meinung kommen, daß die Empfehlung dieser Salze, als der Hauptmittel zur Steigerung der Kornerträge, unmöglich von einem Manne kommen kann, welcher nicht mit Ammoniaksalzen handelt, oder der keine besondere Leidenschaft für diese Salze hat.

Wenn der praktische Mann im gutem Glauben an die Wirkung des Ammoniaks die Vermuthung äußern möchte, daß Herr Lawes in einem Punkte sich vielleicht geirrt haben könnte, wenn er fände, daß von 5 Pfund Ammoniak nur 1 Pfund Stickstoff in dem Mehrertrag von einem Jahre wiedererhalten werde, so sei damit noch nicht bewiesen, daß der Rest des Stickstoffs in den anderen 4 Pfunden Ammoniak wirkungslos für künftige Mehrerträge geworden sei. Was er in der Ernte des ersten Jahres weniger habe, könnten ihm vielleicht die künftigen liefern!? Lasciate ogni speranza, sagt aber Herr Lawes (Journ. XVI. p. 475), was ihr ein-

mal gegeben habt, ist hin für immer; jedes Jahr müßt ihr wieder Ammoniaksalze kaufen; es ist unmöglich, ein Feld für künftige Ernten an Ammoniak zu bereichern. Thatsache ist, nachdem er seinem Felde nacheinander in 6 Jahren soviel Ammoniaksalz gegeben hatte, daß ein Rest von 1520 Pfund, genügend für 21 gleich hohe Mehrerträge, im Felde angehäuft war, diese Anhäufung ganz wirkungslos sich zeigte für darauf folgende Ernten, es mußten immer wieder drei Centner Ammoniaksalze zugeführt werden, um einen den früheren gleichen Mehrertrag zu erhalten!

Wenn nun der wissensdurstige praktische Mann Herrn Lawes weiter fragt, was denn aus der ungeheuern Masse Ammoniak nach und nach werde, welche der englische Landwirth in seinen Boden vergraben müsse, so hat er auch darüber eine Erklärung bei der Hand; er antwortet ihm etwa in folgender Weise: „Das Ammoniak habe eine besondere Neigung, in der Luft herumzuspazieren, aber die Säuren in den Ammoniaksalzen litten dies nicht. Darum sei von dem Schöpfer aller Dinge den englischen Pflanzen die Einrichtung verliehen, den Widerstand dieser Säuren zu überwinden; wie dies geschehe, wisse man freilich nicht, aber Thatsache sei es, daß die Wurzeln der Pflanzen wie kleine Pumpwerke wirkten. Dieses Vermögen, in seiner richtigen Bedeutung aufgefaßt, mache klar, daß das Ammoniak, aus der Erde in dem Pflanzenleibe angelangt, zunächst auf eine passende Verwendung warte, und daß der Theil, für den sich der rechte Platz nicht finde, durch die Blätter in die Atmosphäre entweiche; von 5 Pfund Stickstoff 4 Pfund.“ Diese Ansicht zuerkannte mithin den englischen Halmpflanzen die bemerkenswerthe Function, die wildwachsenden Gewächse, welche sich der Pflege des Menschen nicht erfreuen und welche zu ihrer Erhaltung auf das Luftmeer angewiesen sind, mit der

ihnen unentbehrlichen Stickstoffnahrung zu versehen, so also, daß das für alles sorgende Naturgesetz den Menschen zwinge, wenn er Brot haben will, die Atmosphäre mit Ammoniak zu bereichern und damit das Gedeihen aller wilden und scheinbar gesetzlos in den Tag hinein wachsenden Geschöpfe zu sichern! Für 1 Pfund Korn, was ihm sein Feld giebt, soll er der Luft und durch diese den wildwachsenden Pflanzen das Mittel geben, um 4 Pfund Kornwerth in ihrem Leibe zu erzeugen!

Wir hatten seither geglaubt, für die Ernährung und Fortdauer der wildwachsenden Culturpflanzen bestehe dasselbe Gesetz und die Düngung eines Culturfeldes sei nur darum nöthig, damit die Pflanze vermöge auf demselben Fleck wiederzuwachsen, allein Herr Lawes, die erste englische Autorität, hat uns in seiner Abhandlung über die Cultur des Klees eines Bessern belehrt. Er hatte ein Feld, was keinen Klee mehr trug, durch Düngung mit allen seiner Erfahrung nach wirksamen Stoffen, bewegen wollen, wieder Klee zu tragen und es von der Krankheit zu befreien, von der er es befallen glaubte. Wenn er nach den Regeln der Naturforschung die Kleepflanze ernstlich gefragt hätte, warum sie so hartnäckig darauf bestehe, den Boden zu verschmähen, den er doch so gut gefüttert habe mit allem, was ihr sonst zusage, mit Superphosphat, Kali, Ammoniak, Kalk &c., so würde sie ihm etwa in folgender Weise geantwortet haben: „Freund," würde sie ihm gesagt haben, „wenn du mich und meine Bedürfnisse ein wenig gekannt hättest, so würdest du gewußt haben, daß das, was deine Halmgewächse oben nöthig haben, mir unten nöthig ist, die Natur hat mich, möglicherweise in weiser Fürsorge für andere meines Geschlechtes, darauf angewiesen, meine Nahrung in der Tiefe zu suchen und mich darum mit ganz anderen Wurzeln versehen. Ich zeigte dir, als ich noch jünger war, daß ich dankbar war für

deine Güte, als aber meine Wurzeln die schwache Bodenschicht durchbrochen hatten, welche du so reichlich für die Gerste mit Nahrung versehen hattest, und in die tieferen Schichten kamen, da fanden sie, um ihre Existenz zu fristen, so wenig Nahrung vor als ehedem; ich war nicht krank, auch der unschuldige Boden war nicht vergiftet, es blieb mir gar nichts übrig, als mit Resignation den Hungertod zu sterben; deine Landsleute Thompson und Way hatten dir zwar gesagt, daß alle Nährstoffe, die du gabst, nicht tiefer dringen konnten, als sie dein Pflug brachte, und sieh nur meine Wurzeln an, ob dies tief genug und mir zum Nutzen war. Du bist zwar ein praktischer Mann, dem man Manches zu Gute halten muß, aber mich darum, weil du meine Natur nicht verstandest, zum niedrigen Pilze zu degradiren, der von complexeren Stoffen lebt, gleichsam zum Fleischfresser unter den Pflanzen, dieß ist denn doch eine kaum zu entschuldigende Verleumdung. Du hältst mich ja für deinen Misterzeuger, und wenn ich Mist (complexe Verbindungen) verzehren müßte, um Mist zu erzeugen, welchen Vortheil hättest du dann?"

Man kann sich leicht denken, daß der Kampf mit solchen Ansichten wohl geeignet war, alle Hoffnungen auf eine mögliche Besserung und auf einen künftigen Erfolg zu verlöschen, aber ich dachte mich einem Soldaten gleich, der für eine gute Sache kämpfen und seinen letzten Blutstropfen dafür einsetzen will, und dem die Tapferkeit und seine guten Waffen nicht allein zum Siege verhelfen, wenn er nicht außerdem Hunger und Durst und alle Beschwerden eines Feldzuges zu ertragen und sich durch Moräste und Sümpfe seinen Weg zu bahnen weiß, und so nahm ich denn den Widerstand, den meine Lehre fand, als von der Natur einmal gegebene Hindernisse an, welche durch Beharrlichkeit und Ausdauer überwunden werden müßten.

Die Schwierigkeit, welche mir von Seiten der königl. Agricultur-Gesellschaft in England entgegenstand, war freilich nicht besiegbar, allein es gab noch andere Wege, und ich versuchte durch meine im Jahre 1855 publicirten „Grundsätze der Agricultur-Chemie" ein besseres Verständniß meiner Lehren anzubahnen. Ich setzte auseinander, daß meine Lehre aus der Erfahrung selbst entsprossen und nichts Erdachtes darin sei, und daß jeder Versuch, ohne irgend eine Ausnahme, den Herr Lawes gemacht, sie bestätige und nicht widerlege, ich habe ja niemals ein Recept gegeben, wie man in Rothamsted Korn oder Rüben bauen müsse, und wie unmöglich es demnach sei, zu behaupten, daß ich in einen Irrthum gefallen; Herr Lawes habe ja niemals sich um meine Lehre gekümmert, sondern sei seinen eigenen und nicht meinen Weg gegangen, was er denn doch habe thun müssen, um das zu sehen, was ich gesehen, und zu den Schlüssen zu kommen, zu denen ich gekommen sei; er habe ja die klarsten Dinge in einen unentwirrbaren Knäuel seines Mißverständnisses gewickelt und sie dadurch unklar und unverständlich gemacht; ich leugne ja gar nicht, daß das Ammoniak nützlich und nothwendig für die Halmgewächse sei, und habe dieß nie gethan, das Ammoniak sei ja ein unorganischer und kein organischer Düngstoff; ich habe ja gelehrt, daß man die organischen stickstoffhaltigen Bestandtheile des Stallmistes ersetzen könnte durch Ammoniak oder Ammoniaksalz, und alle seine Erfolge, auf die er so stolz sei, beruhten ja darauf, daß er gethan, was ich gerathen habe. Ich sei nicht ein Gegner des Ammoniaks, der dessen Wirkung leugne, sondern ein Gegner seiner Meinung, die diesem Nährstoffe einen Rang und eine Bedeutung zuweise, die er für die praktische Landwirthschaft niemals und zu keiner Zeit haben und behaupten könne. Ich bestreite nicht die Richtigkeit seiner Thatsachen, sondern die

Wahrheit seiner Schlüsse, welche dem Landwirthe, der darauf baue, Schaden bringen müßten. Man möge doch nur um sich blicken und fragen, ob irgend ein Landwirth in Europa, welcher einmal den Versuch gemacht habe, seine Felder mit Ammoniaksalzen zu düngen, damit fortgefahren habe. Nirgendwo und in keinem Orte hätten sich die Ammoniaksalze bei den Landwirthen, die doch wohl wissen müßten, was ihnen nütze oder Schaden bringe, in seiner Weise als Düngmittel angewendet, Eingang verschafft und bewährt, und dieß sei denn doch zuletzt der beste Beweis, wie wenig sich der Landwirth auf ihre Wirkung verlassen könne.

Seine ganze Auffassung des Feldbaues beweise, daß Herr Lawes von allen den Bedingungen zur Erzielung hoher Ernten sowie der Ursache der Fruchtbarkeit des Bodens und der Wirkung der Dünger keine richtige Vorstellung habe.

Wenn es einmal als eine festgesetzte und unumstößliche Wahrheit gelte, daß Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Phosphorsäure, Kali, Kalk, Bittererde 2c. die Nährstoffe der Gewächse seien, so sei dieß immer und überall wahr, und es sei darum ganz unmöglich, durch irgend eine Thatsache den Beweis zu führen, daß ihnen das Vermögen, zur Ernährung der Pflanzen zu dienen, in irgend einem Boden fehle.

Wenn das Kali und das Kalksuperphosphat, auf irgend einem Felde angewendet, die Erträge desselben nicht erhöhen, so beweise dieß nicht, daß beide unwirksam seien.

Und wenn Ammoniaksalze oder Ammoniak oder die Nitrate die Ernten auf einem Felde steigen machen, so beweise dieß nichts für deren Wirksamkeit.

Denn die Wirkungsfähigkeit oder Wirksamkeit aller dieser Stoffe sei gewiß und festgestellt und ein Leugnen derselben ganz unzulässig.

Wenn also ein als wirksam anerkannter Düngstoff den Pflanzenwuchs steigere oder nicht steigere, so beweisen diese Thatsachen nichts weiter als einen gewissen Zustand oder eine bestimmte Beschaffenheit des Feldes.

Wenn das Ammoniak den Ertrag des Bodens vermehre, so beweise dieß, daß in dem Boden eine gewisse Anzahl von Stoffen in einem gewissen Verhältnisse vorhanden waren, welche wirksam wurden, als das Ammoniaksalz dazu kam; und wenn das Kali oder das Superphosphat die Erträge eines Feldes nicht erhöhe, so beweise dieß, daß gewisse andere Stoffe im Boden gefehlt haben, welche dabei sein müssen, wenn ein der Vermehrung des Kalis und des Superphosphats entsprechender Mehrertrag an Pflanzenmasse erzielt werden soll.

Die Erträge der Felder im praktischen Betriebe seien abhängig oder ständen im Verhältnisse zu zwei Factoren, von welchen der Boden der Hauptfactor, der Dünger hingegen nur der ergänzende Factor sei. Der Boden und das, was darin sei, bedinge die Ernten, der Dünger bewirke bloß, daß die folgende Ernte so hoch sei wie die vorhergegangene. Da nun die Felder in allen Ländern und Gegenden der Erde eine ungleiche Beschaffenheit besäßen, d. h. ungleiche Verhältnisse und Mengen von den Pflanzennährstoffen enthielten, und da die Wirkung der Dünger abhängig sei von der Mitwirkung dieser im Boden zur Aufnahme sich eignenden Nährstoffe, so folge daraus, daß ein und dasselbe Düngmittel, in gleicher Menge auf hunderttausend verschiedene Felder angewendet, hunterttausend verschiedene Erträge hervorbringe. Die Verschiedenheit des Ertragsvermögens der Felder sei überall so bekannt und anerkannt, daß in den Ländern, in welchen der Staat eine Grundsteuer erhebt, diese nach der Bonität des Bodens, in manchen Ländern nach sechszehn Abstufungen bemessen wird.

Die Erfahrungen des Feldbaues in allen Ländern zeigen, daß die durch den Universaldünger, den Stallmist, erzielten Mehrerträge bei gleicher Mistmenge überall ungleich seien, daß das gleiche Quantum Knochenmehl, Guano, Repskuchenmehl oder Ammoniaksalze überall und allerorts auf jedem Felde einen anderen Ertrag hervorbringe, und daß weder die Wissenschaft noch die allerumfassendsten Erfahrungen der Praxis einem Menschen das Vermögen verleihen, die Wirkung von Superphosphat oder irgend eines Düngmittels auf ein ihm fremdes Feld vorherzusagen, daß mithin keine specielle Vorschrift zur Düngung eines Feldes oder zur Steigerung seines Ertragvermögens überhaupt bestehen und Niemand, wer es auch sei, vernünftiger Weise die Berechtigung beanspruchen könne, von der Wirkung, die ein gegebener Düngstoff auf seinem Felde hervorgebracht habe, zu schließen, daß der nämliche Düngstoff auf irgend einem andern Felde, was er nicht kennt, die nämliche Wirkung hervorbringen werde. Da nun die in Rothamsted angestellten Düngungsversuche sich nicht auf solche Fragen erstreckten, deren Lösung für den landwirthschaftlichen Betrieb in allen Ländern und für alle Felder nützlich sei, was in der Sprache der Wissenschaft heißt, da Lawes sich nicht mit der Erforschung der Gesetze und Grundsätze des Feldbaues beschäftigt, sondern lediglich bemüht habe, einen Dünger aufzufinden, geeignet für ein paar Felder in Rothamsted, um auf diesen den Korn- und Rübenertrag zu steigern, und die von ihm wahrgenommenen Thatsachen nur für diese und keine anderen Felder die gleiche Bedeutung haben könnten, so folge daraus, daß seine Versuche, so zahlreich sie auch seien, für die praktische Landwirthschaft im Ganzen nicht den allergeringsten Werth besäßen.

Was er über die günstige Wirkung mancher stickstoffreichen Düngmittel und die der Phosphate auf die an diesen Nähr-

stoffen erschöpften englischen Felder wahrgenommen, wäre längst vor ihm bekannt, durch unzählige Thatsachen festgestellt gewesen und von der Wissenschaft vorhergesagt, und nichts sei gewisser, als daß durch seine Bemühungen und Versuche dem praktischen Feldbau kein Vortheil zugewachsen sei. Lange vor ihm habe man gewußt, daß stickstoffreiche Dünger häufig nützlich für Halmgewächse seien, und lange vor ihm habe man Kalksuperphosphat mit Vortheil für den Rübenbau verwendet, und er habe im Ganzen nur den großen Haufen längst bekannter Thatsachen vermehrt.

An Thatsachen fehle es aber nicht, wohl aber an ihrem Verständniß, und darum habe er sich nicht bekümmert, und wenn er zu seinem Privatvergnügen die Wirkung der verschiedenen Düngstoffe hätte erproben wollen, so hätte er ein ganz anderes Feld dazu erwählen müssen. Wie sei es möglich, eine merkliche Wirkung von einer Düngung mit Kalisalzen zu erwarten, wie er erwartete, auf einem Felde so ganz ausnahmsweise reich an Kali, daß er, wie er angiebt, acht Jahre hintereinander, ohne Unterbrechung, durch Düngung mit Kalksuperphosphat allein, Rüben darauf bauen und pr. Acre durchschnittlich 164 Centner erzielen konnte?

Die Nützlichkeit des Kalksuperphosphats (nicht dessen Wirksamkeit, die es immer hat) für ein Feld beweise eine hohe Rübenernte eben so gut als zehn nacheinander, denn wenn auch im zweiten Jahre dieses Düngmittel auf demselben Felde eine niedrigere Rübenernte und im dritten Jahre gar keine mehr gebe, so beweise dieß nichts gegen seine Wirksamkeit, denn der Grund könne alsdann nicht im Düngmittel liegen, da es im ersten Jahre eine so gute Wirkung gehabt habe, sondern müsse im Boden gesucht werden, und so habe denn Herr Lawes durch seine acht nacheinander erzielten Rübenernten nicht die erstaun-

liche Nützlichkeit des Kalksuperphosphats ins Licht gestellt, wie einfältige Landwirthe vielleicht glauben könnten, sondern er habe durch diesen Versuch den erstaunlichen Reichthum seines Feldes an Kali bewiesen; daß das Kalksuperphosphat ohne alle Wirkung gewesen wäre, wenn der Boden das zur Bildung der Rübe nothwendige Kali und die anderen Elemente nicht hätte liefern können, ist wohl selbstverständlich, und Niemand kann vernünftiger Weise glauben, daß man auf allen Feldern ohne Unterschied acht Rübenernten nacheinander mit Superphosphat allein erwarten könne. Wenn dies aber nicht der Fall ist, wenn also die Thatsache, die Lawes wahrgenommen hat, nur wahr für seine Felder und unrichtig oder nicht bestehend für alle anderen ist, welchen Nutzen kann dann ein solcher Versuch für den praktischen Feldbau haben? Da man mit acht Rübenernten in den Wurzeln und Blättern dem Boden eben so viel Kali wie in vierzig Weizenernten hinwegnimmt, so beweist sein Versuch mit Rüben, daß seine Felder reich genug an Kali waren, um mindestens vierzig Weizenernten mit Kali zu versehen, und man versteht, daß auf einem solchen Felde die Düngung mit Kalisalzen ohne alle Wirkung auf die darauf folgende Weizenernte bleiben mußte, weil es sehr viel mehr bereits davon enthielt, als für eine Ernte erforderlich war.

Von der Thatsache aus, daß Kalisalze auf den Feldern zu Rothamsted keine Wirkung hatten und daß sie eine ganze Reihe von Jahren keines Ersatzes von Kali bedürften, einen Schluß zu machen auf andere Felder, wie dies Herr Lawes gethan hat, und zu behaupten, daß alle englischen Felder nur Phosphorsäure und Stickstoff nöthig hätten, um fruchtbar für Korn und Rüben zu sein, — dies ist denn doch vollkommen unzulässig.

Wie ganz andere Erfolge würde Herr Lawes gehabt haben, wenn er den wahren Sinn meiner Lehre richtig verstanden und

die Absicht wirklich gehabt hätte, sie einer redlichen Prüfung (fair trial) zu unterwerfen. In meiner „Adreß" hatte ich gesagt, daß die für einen Acker bestimmte Düngermenge so berechnet sei, daß damit dem Felde wiedergegeben werde, was es in der vorhergegangenen Ernte verloren hatte; war diese Kartoffeln oder Weizen, so mußte man Kartoffel- oder Weizendünger geben. Nach einem vierjährigen Umlauf von Kartoffeln, Weizen, Klee und Weizen sollte man vor dem Beginn einer neuen Cultur zunächst dem Felde wiedergeben, was man ihm in diesen vier Ernten genommen; wollte man wieder mit Weizen beginnen, so hätte man das Feld mit Kartoffel- und Kleedünger und mit der doppelten Menge Weizendünger düngen müssen, ganz so wie man in dem gewöhnlichen Betriebe verfährt, in welchem das Feld mit Stalldünger gedüngt wird, dessen Menge für die ganze folgende Rotation ausreichen muß.

Wie verfuhr nun Herr Lawes in der vergleichenden Prüfung meines Düngers? Er versetzte sein Feld durch eine Reihe vorhergehender Ernten in den äußersten Grad der Erschöpfung (the field selected for the purpose had been reduced to the lowest state of fertility, T. VIII. p. 7), und nachdem dieß geschehen war, düngte er es mit 4 Centner meines Weizendüngers, berechnet für den Ersatz der hinweggenommenen Bestandtheile von einer einzigen Weizenernte; einem andern Felde gab er 2 Ctnr. Knochenasche, aufgeschlossen mit 2 Ctnr. Schwefelsäure, bei einem dritten fügte er diesen Stoffen noch 2 Ctnr. Ammoniaksalze hinzu, ein viertes düngte er mit 14 Tons Stalldünger, und verglich nun die Erträge mit einander, die für meinen Weizendünger natürlich ungünstig genug ausfallen mußten, denn er hatte seinem zweiten und dritten Felde ungefähr viermal soviel Phosphorsäure und zwanzigmal mehr Ammoniaksalze gegeben, als mein Dünger enthalten hatte, und es war darum

nicht zu verwundern, wenn mein Dünger die seinigen in ihrer Wirkung nicht erreichte.

Ein solches Verfahren läßt sich nur auf zweierlei Weise erklären: Herr Lawes verstand entweder meine Anweisung nicht, oder er hatte sich von Anfang vorgenommen, meine Dünger so schlecht als nur immer möglich zu finden; beide Voraussetzungen begründen die Behauptung, daß er ungenau und gewissenlos gehandelt hat. Wenn aber ein Mann zur Widerlegung der Ansichten eines Anderen ungenaue und gewissenlose Versuche macht, so wird er in der Beweisführung der Wahrheit der seinigen kein Bedenken tragen, ebenfalls ungenau und gewissenlos seine eigenen Versuche zu interpretiren. Wie ein rother Faden geht dieß in der That durch alle seine Versuche hindurch.

Im Jahre 1843 düngte er ein Stück mit $2^1/_2$ Ctnr. Kalksuperphosphat und 2 Ctnr. Rapsmehl, ein anderes mit 15 Bushels Thon und Unkrautasche (clay and ashes of weed), und er erntete vom ersten Stück 11 Tons 7 Ctnr. 3 Pfd., vom andern 11 Tons 1 Ctnr. 3 Pfd. Rüben; von dem Stück, welches Superphosphat empfangen hatte, erntete er also kaum mehr als vom zweiten, welches nur mit Thon und Asche gedüngt worden war. Im Jahre 1844 düngte er ein Stück mit 400 Pfd. Knochenerde, 258 Pfd. Schwefelsäure und 134 Pfd. Kochsalz, ein anderes gleich großes mit derselben Menge Knochenerde, aber mit Salzsäure in Superphosphat verwandelt, anstatt mit Schwefelsäure; von dem ersteren erntete er 14 Tons 10 Ctnr. Turnipsrüben und 6 Tons 11 Ctnr. Blätter, von dem andern hingegen 9 Ctnr. Wurzeln und 4 Tons 6 Ctnr. Blätter, mithin 5 Tons Wurzeln und 2 Tons 5 Ctnr. Blätter weniger. Was ist nun der Grund des gleichen Ertrages in dem einen und des so ungleichen im andern Falle? In dem einen Versuche war der Dünger ungleich und die Ernte gleich, in dem andern war die

Menge der wirksamen Phosphorsäure gleich und die Ernte so ungleich wie nur möglich. Diese Frage beschäftigte Hrn. Lawes nicht. Wie er auch die Karten mischen mochte, immer kam beim Auflegen Ammoniak neben Korn und Kalksuperphosphat neben Turnips, die anderen Bestandtheile, oder was sonst gewirkt haben mochte, hatten keine Bedeutung für die Ernte.

Daß es in England noch ein einziges Feld giebt wie das Feld in Rothamsted, auf welchem Herr Lawes ohne alle Düngung zwölf Jahre nacheinander, ohne Unterbrechung, einen mittleren Ertrag von 2856 Pfd. Weizen, Korn und Stroh, im zwölften Jahre noch 400 Pfd. mehr als im ersten, geerntet hat, oder ein zweites, auf dem man mit Superphosphat allein nacheinander acht mittlere Erträge von 168 Ctnr. Rüben ernten kann, ist nicht unmöglich, allein seitdem ich aus seiner Abhandlung über das Wachsthum des Klees (T. XXI. P. I. S. 192) erfahren habe, daß er einen Säemann hat, der den zu säenden Samen mit einem andern verwechselt, daß das Düngen, Ernten und Wiegen seiner Erträge offenbar ohne eine scharfe und gewissenhafte Controle geschah, so wird man es gerechtfertigt finden, wenn ich den von ihm im Allgemeinen angegebenen Thatsachen keinen Werth beilege, womit ich nicht meine, daß er absichtlich die Unwahrheit gesagt habe.

Meine „Grundsätze der Agricultur-Chemie" schließen mit folgenden Worten:

1) Herr Lawes hat bewiesen, daß seine Felder einen Ueberschuß an denjenigen Mineralbestandtheilen enthielten, welche sieben Ernten Weizen, Korn, Stroh in sieben Jahren zu ihrer vollkommenen Entwickelung bedürfen.

2) Herr Lawes hat bewiesen, wie die Theorie und gesunder Menschenverstand voraussetzen: daß der Ertrag eines solchen Feldes durch Düngung mit den nämlichen Mineralsubstanzen

nicht merklich, oder höchstens im Verhältniß zu der ganzen im Boden enthaltenen Summe an Bodenbestandtheilen erhöht werden kann.

3) Herr Lawes hat bewiesen, was die Theorie lehrt: daß der Ertrag eines solchen Feldes durch Düngung mit Ammoniaksalzen gesteigert werden könne.

4) Herr Lawes hat widerlegt, was er beweisen wollte: daß der Mehrertrag in diesem Falle im Verhältniß zu dem im Boden enthaltenen Ammoniak stehe, daß also die einfache, doppelte und mehrfache Menge Ammoniak nicht den einfachen, doppelten, mehrfachen Mehrertrag gebe, sondern daß der Mehrertrag eine constante Größe ist.

5) Herr Lawes hat bewiesen, was er widerlegen wollte: daß der ganze Ertrag im Verhältniß stehe zu der einzigen constanten Größe, die in seinen Versuchen wirkte, nämlich zu der Summe der vorhandenen wirksam gemachten mineralischen Nahrungsmittel; er hat bewiesen, was die Theorie lehrt, daß das Ammoniak die Wirkung der Bodenbestandtheile in der Zeit erhöhe, d. h. daß eine größere Menge Bodenbestandtheile in Wirksamkeit treten.

Ich hatte in meinen „Grundsätzen" auf das Eindringlichste die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, daß seine (des Herrn Lawes) Versuche den Beweis in sich einschlössen, daß der organische Dünger (der Stallmist) in seiner ganzen Wirkung ersetzt werden könne durch Mineralsubstanzen, denn schwefelsaures Ammoniak und Salmiak seien Mineralsubstanzen.

Wenn meine Bemerkungen in den Chemischen Briefen gegen die Schlüsse des Herrn Lawes meiner Theorie schon schlecht genug bekamen, so stieß meine neue Schrift dem mit Zorn vollgefüllten Fasse des Herrn Lawes den Boden aus; ich gehe auf seine mit Kunst und Geschick gemachte Entgegnung nicht

näher ein, da sich die Essenz derselben in wenigen Worten geben läßt. Er führt nämlich darin den Beweis, daß ich, welcher dreißig Jahre lang das Ammoniak in meinen Vorlesungen als eine **unorganische** oder Mineralsubstanz abgehandelt habe, seine irrige Ansicht getheilt und es als eine **organische** Substanz angesehen habe, und daß ich auf eine hinterlistige Weise mir das Verdienst seiner Versuche anmaßen wolle, durch die er bewiesen habe, daß das Ammoniak der Angelpunkt der Agricultur und der specifische Dünger für die englischen Weizenfelder sei.

„**So werden denn** (Journ. Vol. XVI. p. 447) **Ammoniaksalze, schwefelsaures Ammoniak und Salmiak jetzt zu den Mineraldüngern gerechnet!** **Dieß heißt der ganzen Frage den Boden nehmen.** **Aber ein so durchsichtiger Kunstgriff würde der Erwähnung kaum würdig sein, wäre er lediglich an den wissenschaftlichen Leser gerichtet!**" Sodann später (S. 448) sagt er: „**Die Arglist (ruse) ist nicht ganz ohne Erfolg gewesen.**"

Ich bin damit an dem Wendepunkt des Streits angelangt und halte es nicht für nöthig, ein Wort weiter hinzuzufügen. Das Ammoniak ist, wie die Kohlensäure und das Wasser, eine unorganische Verbindung und gehört, wie seine Salze, zu den Mineraldüngern. Die Chemie allein bestimmt, zu welcher Classe eine chemische Verbindung gerechnet werden muß; eine andere Definition als die der Wissenschaft giebt es nicht.

Wenn die Landwirthe verständig genug sind, die rechte Lehre aus diesem Streit zu ziehen, so ist er ein Vortheil für die Landwirthschaft gewesen. Der ganze Streit erhält eine komische Seite, wenn man beachtet, daß er gegen mich geführt wurde von einem Manne, der in seinem Leben nie ein chemisches Lehr-

buch in die Hand genommen hatte und dem die praktische Landwirthschaft, so wie sie ist, ein völlig unbekanntes Gebiet war. Herr Lawes, ein Düngerfabrikant, besaß, wie jeder Andere, die volle Berechtigung, die Wirksamkeit meiner Dünger auf seinen Feldern zu prüfen, dieß konnte ihm oder Anderen nützlich sein, allein mit meiner offenen und rückhaltlosen Erklärung der Nichtanwendbarkeit meiner Dünger für den praktischen Feldbau war für ihn der Streit gegenstandlos geworden. Was er erreichen wollte, war erreicht, er hätte sich damit begnügen sollen. Er ging aber viel weiter über seine Berechtigung hinaus. Unwissend, ohne alle Erfahrung in dem Gebiete der Chemie und der Landwirthschaft, glaubte er, daß er mit den Thatsachen, die gegen die Anwendbarkeit meiner Dünger sprachen, die Richtigkeit der Grundgesetze des Feldbaues, welche durch die zweifellosesten Erfahrungen und Thatsachen festgestellt waren, widerlegt habe, und der natürliche Verlauf war, daß er einen wissenschaftlichen Grundsatz nach dem andern an der Wurzel absägte und an die Stelle derselben seine eigenen setzte, die er für praktische Erfahrungen ausgab; er wußte aber nicht, was eine Erfahrung ist.

So wie ihrer Natur nach richtige Vorstellungen in ihrer Entwickelung (dieß will sagen, wenn man gelernt hat, sie in der rechten Weise anzuwenden) zum Fortschritt und zur Verbesserung des praktischen Betriebs führen müssen, so kann das Ziel, zu welchem falsche und irrige Vorstellungen führen, naturgemäß nur ein Irrthum oder etwas Absurdes sein.

Zu welchen Zielen haben nun die Vorstellungen und die von Herrn Lawes grundsatzlos angestellten Versuche geführt?

Das Eine war, daß wissenschaftliche Grundsätze auf den Feldbau keine Anwendung hätten und daß das Heil der Landwirthschaft von zufälligen Einfällen der Düngerfabrikanten ab-

hänge und die Vortheilhaftigkeit des Betriebs an ihre Dünger-recepte geknüpft wäre!

Das Andere war ein Grundgesetz für den Kornbau, welches sagte, daß die Steigerung der Kornernten von der Düngung mit einem Düngmittel abhängig wäre, welches kein Landwirth kaufen konnte, sobald es viele kaufen wollten.

Das Dritte, daß man, um ein Pfund Stickstoff auf einem Felde in Korn und Fleisch zu verwandeln, fünf Pfund Stickstoff in den Boden vergraben müsse; daß der Ueberschuß an Stickstoff, den man mehr geben müsse, nicht das Feld, sondern die Luft bereichere, und daß diese Bereicherung für die wildwachsenden Pflanzen, aber nicht von Nutzen für die Culturpflanzen sei.

Wenn der Landwirth nicht einsieht, daß diese Lehre dem gesunden Menschenverstande und seinen eigenen Erfahrungen widerspricht, so ist ihm freilich nicht zu helfen; es ist ihm nicht zu helfen, wenn er auf die Meinungen Anderer mehr Gewicht legt als auf das, was ihm seine eigenen Wahrnehmungen sagen, wenn er seine Sinne nur gebrauchen will; wenn er glaubt, daß man auf empirischem Wege durch Anhäufung von veränderlichen Thatsachen, die nicht miteinander in Verbindung gebracht sind und die sich nicht auf allen Boden und jeden Betrieb beziehen, zu nützlichen Erfolgen, zu unveränderlichen Wahrheiten gelangen könne.

Der Guano gehört zu den stickstoff- und ammoniakreichsten Düngmitteln, er ist seit zwanzig Jahren auf vielen Tausenden von Feldern in Anwendung, und ich glaube behaupten zu können, daß sehr viele Landwirthe, welche im Anfang dieses Düngmittel als eine Panacée für ihre Kornfelder ansahen, von ihrer guten Meinung zurückgekommen sind und es jetzt, mit demselben Unrechte, eben so geringschätzen als sie es sonst hochschätzten, weil sie nicht bedachten, daß ein jeder Specialdünger das Feld erschöpfen

müsse und Mängel darin erzeuge, deren Grund sie nicht auf die wirkliche Ursache zurückzuführen vermögen.

Was das Superphosphat für Rüben betrifft, so ist dieß sicherlich ein sehr nützliches und in vielen Fällen nothwendiges Düngmittel für Rüben, aber um seinen wahren Werth zu erkennen, muß man die deutschen und französischen Rübenzuckerfabrikanten fragen, welche unendlich mehr und sorgfältigere Erfahrungen in dem Rübenbau als alle brittischen Turnipsbauer zusammengenommen besitzen, Erfahrungen, die um so sicherer und zuverlässiger sind, weil sie auf jährlichen Analysen beruhen, welche in jeder Fabrik mit Hunderttausenden von Centnern angestellt werden, denn die Darstellung des Zuckers beruht auf einer Scheidung der Rübenbestandtheile, von denen der eine, nämlich der Zucker, jedesmal gewogen wird. Diese Rübenzuckerfabrikanten wenden in der Cultur ihrer Rüben das Superphosphat nur sehr sparsam an, und wenn man auf die hohen Erträge der englischen Felder hinweist, welche durch das Superphosphat hervorgebracht werden, so antwortet ein jeder, daß das Superphosphat ihm den größten Schaden zugefügt habe, denn die englischen Ernten seien Scheinernten, deren Höhe nur Kinder täuschen könnten. Man ernte in den enormen Wurzelstöcken hauptsächlich nur Wasser und Zellen- oder Holzsubstanz, wenig Zucker, und die in den Rüben vorhandenen blut- und fleischbildenden Stoffe ständen mit dem Zucker im Verhältniß, d. h. sie nehmen mit dem Zucker zu, wie sich dieß bei der Defecation des Saftes sehr entschieden wahrnehmen ließe.

Die Turnipsrübe verhält sich in dieser Beziehung nicht anders wie die Zuckerrübe, mit dem Unterschiede, daß in ersterer an der Stelle des Zuckers sich andere sogenannte Kohlenhydrate befinden und daß man sich weit leichter über die Beschaffenheit und Nahrhaftigkeit der Turnipsrübe als der Zuckerrübe täuscht,

weil die Menge des Zuckers sehr viel zuverlässiger und leichter als die der geschmacklosen Kohlenhydrate bestimmbar ist.

Das Auffallendste in dem Streite, den nicht ich, sondern Herr Lawes begann, war unstreitig, daß das einflußreichste Organ für die Landwirthschaft in England die Ansichten und Behauptungen des Herrn Lawes zu den seinigen machte und, was ohne Beispiel in dem Journal der königl. Agricultur-Gesellschaft ist, ohne allen Grund und Zweck, als Richter auftrat und entschied, wer Recht oder Unrecht habe, und mir die Möglichkeit abschnitt, durch eine Erläuterung meiner Ansichten, die ich doch nur allein am besten interpretiren konnte, die Streitfragen auf einen gedeihlicheren Boden zu verpflanzen. Es war dies nicht nur eine unberufene Anmaßung, sondern geradezu eine Versündigung an einer guten Sache. Was konnte mir, wenn ich nicht weit höhere Zwecke im Auge gehabt hätte, im Grunde daran liegen, wie die englischen Landwirthe ihr Feld bauen und was sie von meinen Ansichten hielten! Meiner Stellung und meinem Berufe nach konnte mir nichts gleichgültiger sein; denn wenn die Landwirthe meine Lehre für wahr hielten, so brachte dies mir persönlich keinen Nutzen, und im entgegengesetzten Falle verlor ich nichts dabei.

Die Sprache und der Ton, den sich Herr Lawes gegen mich erlaubte, sowie der ganze Standpunkt, den er in seiner letzten Abhandlung gegen mich einnimmt, ist so ganz unschicklich und unanständig, daß der gegenwärtige Redacteur des Journals, Herr Thompson, selbst empfand, daß es nöthig sei, sich darüber zu rechtfertigen, warum er eine solche Sprache gegen mich zugelassen habe; und was sind seine Rechtfertigungsgründe? „Weil ich in meinen Grundsätzen gesagt, daß es allen Muth erfordere, den der Mangel an einer genauen Bekanntschaft mit dem Gegenstand einflöße, um zu

behaupten, daß sicherlich Ammoniak ganz besonders geeignet für Korn, und Phosphor für Turnips sei;" ferner „daß Herr Lawes das gerade Gegentheil von dem bewiesen habe, was er habe beweisen wollen;" ferner in Beziehung auf Lawes' Experimente, „daß sie die unbezweifelbarsten Beweise zu Gunsten der Theorie seien, welche sie widerlegen sollten." — „Wie konnte es nach solchen Angriffen (er hätte Vertheidigung setzen müssen, denn ich habe Herrn Lawes nicht angegriffen) von einem solchen Manne bezweifelt werden, daß Herr Lawes gebieterisch aufgefordert war, in diesem Journal seine Ansichten zu vertheidigen?" So entschuldigt sich Herr Thompson (T. XVI. Part. II. p. 501). Weiter oben sagt er: „Thatsache ist es, daß das wissenschaftliche Glaubensbekenntniß des brittischen Farmers unserer Zeit anfängt und endigt mit den beiden Axiomen, daß Stickstoff der Hauptfactor in einem Dünger für Korn, und Phosphor einer für Turnips ist."

Welch ein kindliches Glaubensbekenntniß ist dies, in welchem der Kern der Lösung zweier der wichtigsten die Wohlfahrt ganzer Bevölkerungen berührenden Fragen in ein Recept von zwei Zeilen gelegt ist, und was mag sich wohl Herr Thompson unter einem Axiom vorstellen, wenn er glaubt, daß ein paar an sich werthlose Thatsachen, die auf einem ganz kleinen Stückchen Feld in Rothamsted beobachtet worden sind, Axiome seien? Das Trostlose hierbei ist, daß diese Aeußerungen nicht von einem unwissenden Farmer kommen, der nicht schreiben und lesen kann, sondern von einem der intelligentesten Männer Großbritanniens, der sogar das Verdienst beanspruchen kann, der Erste gewesen zu sein, welcher das Absorptionsvermögen der Ackererde für Ammoniak beobachtet hat.

Ein Zwischenfall von einem Abenteuer, welches meine

Theorie bestand, ist charakteristisch genug, um hier erwähnt zu werden.

In einer Sitzung der chemischen Section der Naturforscher-Versammlung zu Glasgow wurde mir folgende Ueberraschung zu Theil. Dr. Gilbert, der chemische Beistand des Herrn Lawes, trug eine Abhandlung vor, worin er durch eine Reihe von Zahlenresultaten, deren Werth oder Richtigkeit sich in einem Vortrage, wie man wohl denken kann, gänzlich aller Beurtheilung entzieht, den Beweis führte, „daß meine Lehre von der Statik des Feldbaues unrichtig und durch seine und Herrn Lawes' Versuche widerlegt sei;" ferner „daß ich das Ammoniak und dessen Wirkungen im Felde gar nicht gekannt habe, wie sich dies klar herausstelle aus dem Capitel meines Buches über die Brache, wo nicht ein Wort von Ammoniak gesagt sei und wo ich denn doch davon hätte sprechen müssen, wenn ich gewußt hätte, was die Atmosphäre und der Regen in der Brache dem Felde zuführen."

Diesen Angriff des Herrn Dr. Gilbert erwähnt Herr Lawes in dem Journ. der landw. Gesellschaft in England (T. XVI. p. 477) in folgender Weise: „Während der jüngsten Naturforscher-Versammlung in Glasgow unternahm er (Liebig), diese Frage zu behandeln." Ferner setzt er Seite 488 hinzu: „— in dem Capitel seines Buches, welches ganz den nützlichen Wirkungen der Brache und der mechanischen Operationen gewidmet ist, sagt er nicht ein einziges Wort (not a simple word) in Beziehung auf die Anhäufung von atmosphärischer Nahrung (Stickstoff) im Boden."

Ich hatte aber ein ganzes Capitel in meinem Buche dem Ammoniak gewidmet, und wenn von Ammoniak in dem über Brache nicht die Rede war, so kam dies daher, weil ich die freilich sehr seltsame Ansicht hegte, daß ein Brachfeld ein Feld wie

ein anderes sei und daß sich ein jedes Feld gegen Luft und Regen verhalte wie ein Brachfeld und ein Brachfeld genau wie ein anderes, auf welchem Rüben, Korn oder Kartoffeln wachsen. Ich hatte auseinandergesetzt, daß die Luft und der Regen jedem Felde ohne Unterschied, ganz gleichgültig, ob Pflanzen darauf wachsen oder nicht, Kohlensäure und Stickstoffnahrung jährlich zuführe, und es konnte mir natürlich nicht entfernt in den Sinn kommen, daß ein vernünftiger Mensch glauben könne, ein Brachfeld empfinge mehr wie ein anderes, weil es ein Brachfeld sei.

Ich hatte sogar, wie früher erwähnt, durch Dr. Kroker vierzehn Jahre vorher in meinem Laboratorium in Gießen den Stickstoffgehalt von zweiundzwanzig verschiedenen Bodensorten bestimmen lassen und wußte durch diese Analysen, die Herrn Lawes unbekannt geblieben waren, obwohl sie in der Ausgabe meines Buches vom Jahre 1846 im Anhange (S. 368 der deutschen, S. 275 der engl. Ausgabe) abgedruckt sind, daß im Allgemeinen fruchtbare Ackererden auf zehn Zoll Tiefe fünfhundert bis tausendmal mehr Stickstoff enthalten, als eine volle Weizenernte nöthig hat und als der Boden bei der reichlichsten Düngung erhält.

Wir wissen jetzt mit ziemlicher Bestimmtheit, daß während der Brachzeit, in Folge der Bildung von salpetersauren Salzen, welche der Regen in die Tiefe führt, der Stickstoffgehalt der meisten Felder eher ab- als zunimmt.

Alle diese Dinge, auf was sie auch sonst mögen berechnet gewesen sein, verwundeten mich nicht, denn wenn man die volle, durch Vernunft und Erfahrungen getragene Ueberzeugung von der Wahrheit einer Sache in sich hat, so ist der Widerspruch, wie heftig er auch sei, ein Pfeil, der keine Spitze hat, nur wenn man seiner Sache nicht sicher ist, wenn man fühlt, daß der Widerspruch einschneidet, weil er wahr und man im Irrthum ist

dann verursacht er auch in der mildesten Form eine empfindliche Wunde, denn man wird dadurch nothwendig zur Mauserung (siehe S. 26) gezwungen, und wenn die alten Federn allzutief in der Haut stecken, so thut das Ausrupfen weh; wenn Einem noch überdies keine neuen Federn nachwachsen, so behält er lieber die alten, aber sie verhalten sich alsdann wie ein kranker Zahn, der bei der kleinsten Veranlassung immer wieder die alten Schmerzen macht.

Was mir einen wahren dauernden und nie sich mildernden Kummer machte, dies war der Umstand, daß ich nicht einzusehen vermochte, worin es lag, daß meine Dünger so langsam wirkten; überall, in Tausenden von Fällen sah ich, daß jeder ihrer Bestandtheile wirkte, jeder allein, und wenn sie beisammen waren, wie in meinem Dünger, so wirkten sie nicht.

Endlich vor drei Jahren, nachdem ich alle Thatsachen einer neuen und aufmerksamen Prüfung Schritt vor Schritt unterworfen hatte, entdeckte ich den Grund! Ich hatte mich an der Weisheit des Schöpfers versündigt und dafür meine gerechte Strafe empfangen, ich wollte sein Werk verbessern, und in meiner Blindheit glaubte ich, daß in der wundervollen Kette von Gesetzen, welche das Leben an der Oberfläche der Erde fesseln und immer frisch erhalten, ein Glied vergessen sei, was ich, der schwache ohnmächtige Wurm, ersetzen müsse. Es war aber dafür gesorgt, freilich in so wunderbarer Weise, daß der Gedanke an die Möglichkeit des Bestehens eines solchen Gesetzes der menschlichen Intelligenz bis damals nicht zugänglich war, so viele Thatsachen auch dafür sprachen, allein die Thatsachen, welche die Wahrheit reden, werden stumm oder man hört nicht, was sie sagen, wenn sie der Irrthum überschreit. So war es denn bei mir. Die Alkalien, bildete ich mir ein, müßte man unlöslich machen, weil sie der Regen sonst entführe! Ich wußte

damals noch nicht, daß sie die Erde festhalte, sowie ihre Lösung damit in Berührung komme, denn das Gesetz, zu welchem mich meine Untersuchungen über die Ackerkrume führte, heißt: „an der äußersten Kruste der Erde soll sich unter dem Einfluß der Sonne das organische Leben entwickeln, und so verlieh denn der große Baumeister den Trümmern dieser Kruste das Vermögen, alle diejenigen Elemente, welche zur Ernährung der Pflanzen und damit auch der Thiere dienen, anzuziehen und festzuhalten, wie der Magnet Eisenfeile anzieht und festhält, so daß kein Theilchen davon verloren geht; in dieses Gesetz schloß der Schöpfer ein zweites ein, wodurch die Pflanzen tragende Erde ein ungeheurer Reinigungsapparat für das Wasser wird, aus dem sie durch das nämliche Vermögen alle der Gesundheit der Menschen und Thiere schädlichen Stoffe, alle Producte der Fäulniß und Verwesung untergegangener Pflanzen- und Thiergenerationen entfernt."

Ich hatte die Alkalien in meinem Dünger ihrer Löslichkeit beraubt, und da die löslichen Phosphate durch einen Schmelzproceß eingebettet waren in die hierzu dienende Substanz, so hatte ich auch ihre Verbreitung im Boden gehindert und eben alles gethan, um ihre Wirkung auf das Feld zu schwächen.

So sah ich denn jetzt erst, nach so vielen Jahren, ein, warum in den Versuchen von Lawes und so vielen anderen jedes einzelne der Elemente meines Düngers, auf das Feld gebracht, die ihm zukommende Wirkung hatte und daß meine Kunst sie unwirksam gemacht hatte *).

Was mich entschuldigen dürfte ist der Umstand, daß der Mensch das Kind seiner Zeit ist und daß er sich den allgemein

*) Siehe meine Untersuchungen über einige Eigenschaften der Ackerkrume. Annal. d. Chemie u. Pharmacie Bd. 105, S. 109.

als wahr geltenden herrschenden Ansichten nur dann zu entziehen vermag, wenn ein gewaltsamer Druck ihn nöthigt, alle seine Kräfte aufzubieten, um sich frei und ledig von den Banden des Irrthums zu machen. Die Ansicht, daß die Pflanzen ihre Nahrung aus einer Lösung entnehmen, die sich im Boden durch das Regenwasser bildet, war Aller Ansicht, sie war mir ins Fleisch gewachsen. Diese Ansicht war falsch und die Quelle meines thörichten Verfahrens gewesen.

Ich war, nachdem ich den Grund wußte, warum meine Dünger nicht wirkten, wie ein Mensch, der ein neues Leben empfangen hatte, denn mit diesem waren auch alle Vorgänge des Feldbaues erklärt, und jetzt, nachdem das Gesetz erkannt ist und deutlich vor Aller Augen liegt, bleibt nur die Verwunderung übrig, daß man es nicht längst erkannt hat; aber der menschliche Geist ist ein curioses Ding, was in den einmal gegebenen Kreis der Gedanken nicht paßt, existirt für ihn nicht. Die von Thompson und Way beobachteten Thatsachen schwammen bereits zehn Jahre lang heimathlos in der Wissenschaft herum, Jedermann wußte, daß sie da seien, sowie man weiß, daß Sonnenstäubchen in der Luft sind, die man erst dann sieht, wenn sie das Licht der Sonne bestrahlt; und so empfangen denn die wissenschaftlichen Thatsachen erst dann ihre eigentliche Existenz, wenn sie, von dem Lichte des Geistes beleuchtet, sein Eigenthum geworden sind.

Ich hatte in meinem Buche die Thatsache, daß die Luft und der Regen den Pflanzen und dem Boden mehr Stickstoffnahrung jährlich zuführe, als die Pflanzen zu ihrer vollsten Entwickelung bedürfen, als die Grundlage des praktischen Betriebs hingestellt, nach der sich die Fruchtfolge und alle Handlungen des Landwirths richten müßten, wenn er mit dem erreichbar größten Vortheil sein Feld bauen wolle.

Die Thatsache war an sich wissenschaftlich nicht bestreitbar und durch alle späteren Untersuchungen bestätigt, sie wurde aber völlig räthselhaft und unerklärlich von dem Augenblicke an, als man mit Bestimmtheit wußte, daß die Ackererde die Producte der Fäulniß, zu denen das Ammoniak gehört, festhält und durch Verdunstung nicht abgibt. Eine andere ausgiebige Quelle von Ammoniak als die Fäulniß kannte man nicht; keine Erfahrung oder Thatsache sprach dafür, daß der Stickstoff der Luft die Form anzunehmen vermöge, in welcher er zu einem Nahrungsstoff für die Pflanzen werden könne. Die Zunahme des Bodens an Ammoniak war sicher, die oberen Schichten enthielten immer weit mehr als die tieferen, anstatt daß sie, wären sie durch den Pflanzenbau ärmer daran geworden, weniger enthalten sollten, der Ursprung desselben war aber völlig dunkel.

Ich betrachte es als ein Glück, als ein Geschenk eines gütigen Geschicks, die neuesten Entdeckungen Schönbein's erlebt zu haben, durch welche dieser Ursprung erklärt und dem Geiste ein neues, bis jetzt unbegreifliches Wunder aufgeschlossen worden ist; es ist sicher unter allen das größte. In der That konnte kein Chemiker von den Thatsachen aus, wie sie die Wissenschaft darbietet, auf den Gedanken kommen, daß die Ueberführung des Stickstoffs der Luft in salpetersaures oder salpetrigsaures Ammoniak überhaupt möglich sei, und die einfachsten Versuche zeigen jetzt, daß eine jede Flamme, die in der Luft brennt, eine gewisse Menge von dem Stickstoff der Luft in salpetrigsaures Ammoniak überführt, daß ein jeder Verwesungsproceß eine Quelle sowohl von Salpetersäure als auch von Ammoniak ist, ja daß die einfache Verdampfung von Wasser ein Mittel ist, um die Bildung beider Pflanzennahrungsstoffe zu bewerkstelligen. Wie groß stellt sich in der That dieses Wunder dar, wenn man bedenkt, daß durch die Verbrennung eines

Pfundes Steinkohle oder Holz die Luft nicht nur die Elemente wiederempfängt, um dieses Pfund Holz, oder unter Umständen die Steinkohle, wieder zu erzeugen, sondern daß der Verbrennungsproceß an sich eine gewisse Menge Stickstoff der Luft in einen für die Erzeugung von Brot und Fleisch unentbehrlichen Nährstoff verwandelt!

Wahrlich, die Größe und unendliche Weisheit des Weltenschöpfers erkennt nur der, welcher in dem unendlichen Buche, welches die Natur ist, Seine Gedanken zu verstehen sich bemüht, und Alles, was sonst die Menschen von ihm wissen und sagen, erscheint wie ein leeres eitles Gerede dagegen.

Viele Leser dieses Buches, welche die Schlüsse, zu welchen Herr Lawes in seinen Versuchen gekommen ist, einer näheren Betrachtung würdigen, dürften leicht geneigt sein, mir den Vorwurf einer Uebertreibung zu machen, weil sie so augenfällig den allergewöhnlichsten Erfahrungen und dem gesunden Menschenverstande widersprechen; und die weitere Ueberlegung, wie es doch nicht anzunehmen sei, daß diese Versuche und Schlüsse so ganz ohne Grundlage sein könnten, da sie in einem der ersten landwirthschaftlichen Journale Europa's erschienen und von den anerkanntesten landwirthschaftlichen Autoritäten Englands gleichsam sanctionirt worden seien, dürften diesen Vorwurf noch verstärken.

Ich habe selbst nicht verstanden, daß man den Versuchen und Schlüssen von Lawes irgend eine Beachtung schenken konnte, da ihr Endresultat der Ausschluß alles Nachdenkens und aller wissenschaftlichen Grundsätze war; er hatte zu beweisen gesucht, und die königliche Agricultur-Gesellschaft hatte seinen Ansichten zugestimmt, daß die erste und einzige Theorie, welche die Landwirthschaft von der Wissenschaft empfangen hatte, falsch sei und keine Anwendung in der Praxis habe, ohne eine

bessere oder etwas besseres an ihre Stelle zu setzen; anstatt bauen zu helfen, zerstörte er den vorhandenen Bau; sein ganzes Streben hatte kein vernünftiges Ziel; ich kann dies jetzt noch nicht verstehen und glaube zur Aufklärung des Lesers nichts Besseres thun zu können, als ihm in den Ansichten eines Freundes über den Zustand der Wissenschaften in England das Material in die Hände zu legen, was ihn vielleicht in den Stand setzt, sich selbst ein Urtheil zu bilden. Mein Freund, ein Arzt, mit dem ich diese Verhältnisse und Zustände sehr oft besprach, sagt darüber Folgendes:

Der Zustand der Naturwissenschaft in England.

„Wir sind ein eminent praktisches Volk, von einer Thatkraft, Energie, einer Kühnheit und Ausdauer in der Aufnahme und Durchführung großer Unternehmungen, wie sie kein anderes Volk besitzt, und dies nicht bloß in industriellen oder Handels- oder Reiseunternehmungen, sondern in allen Richtungen; sehen Sie den Soldaten in unserem kleinen Heere in dem indischen Feldzuge, umgeben von einer seiner Natur nach grausamen und unzuverlässigen Bevölkerung, die nur auf seine Niederlage wartet, um ihn in Stücke zu zerreißen, im Lager von einer furchtbaren Krankheit bedroht, entkräftet durch die ermüdendsten Märsche unter einer tropischen Sonne, und gegenüber einem zahlreichen Feinde, den er selbst in allen Künsten des Krieges unterrichtet, sehen Sie diesen Soldaten im Kampfe selbst, seine Tapferkeit und seine Hingebung, wie ihn keine Gefahr beugt und bei einem jeden Hinderniß seine Kraft zu wachsen scheint. Nie hat die Weltgeschichte heldenmüthigere Thaten gesehen, und in der Heimath das erhebende Schauspiel, wie bei Ankunft einer indischen Post sich das ganze Land gleichsam in

eine Arena verwandelt, ringsum auf den Sitzen das Volk, mit begierigen Augen und vorgestrecktem Kopfe die Bewegungen, jede That eines einzelnen Soldaten wie des ganzen Heeres verfolgend; wie jeder Zuschauer seinen Liebling hat, dem er zuruft: Muth, tapferes Herz! wir sehen Alles, was du thust für dein Land, für uns!"

„Dies ist der Grundzug des englischen Charakters. Stellen Sie ihn unter die Menschen, und in welcher Lage es auch sei, Sie werden in ihm einen Mann, einen ganzen Mann finden."

„Wir achten den Reichthum, weil er ein Product der Kühnheit, des Fleißes, der unermüdlichen Thätigkeit und der Ausdauer ist, und so achten wir den Reichen und in ihm die Erfolge seiner Handlungen; die Triebfedern und die Mittel und Wege dazu entziehen sich ohnedies der Erkenntniß und dem Urtheil der großen Masse."

„Aber auf der anderen Seite scheint uns die Natur das Vermögen versagt zu haben, ihre Gaben und unsere Kräfte durch die Wissenschaft zu verstärken und ich glaube, daß es unter den 30 Millionen Bewohnern unserer Inseln keine dreißig geborene Engländer gibt, welche wissen, was die Wissenschaft ist und die Ziele, die sie verfolgt; Sie führen dieß vielleicht auf ein Naturgesetz zurück, welches nicht will, daß Alles, was Nationen überhaupt groß und mächtig macht, sich zusammen in einer einzigen vereinige, und es mag wohl so sein; denn wenn die Engländer in der That auch noch die Wissenschaft besäßen, wo wären dann die Grenzen ihrer Macht! Sprechen Sie mir nicht von unseren großen Philosophen Newton und Blake, von Adam Smith oder von Davy oder Faraday oder von J. Stuart Mill und Buckle, die wir oft genug auf der Zunge haben, aber die Forschungen dieser Männer schlugen im Volk selbst keine Wurzel, sie machen eigentlich nur augenschein-

lich, wie spärlich im Ganzen die Begabung für die Wissenschaften bei uns ist und wie glänzend und reich sie ist, wenn sie sich in einem Individuum offenbart, denn in ihm reflectiren sich alsdann die großen Fähigkeiten, nur in einer anderen Richtung, welche der Nation eigen sind."

„Während in Deutschland die Aufgabe der Wissenschaft heißt: Rerum cognoscere causas, die „Ursache" der Dinge zu erforschen, heißt sie bei uns: Rerum cognoscere superficiem, „die Oberfläche" der Dinge zu erforschen. Unsere Wissenschaft ist nur Dilettantismus. Früher waren die Botanik und die Geologie die Fächer, denen wir einige Beachtung schenkten, dazu ist denn neuerdings die Zoologie gekommen. Es sind dieß wesentlich die Wissenschaften, die von äußerlichen Dingen handeln. Ich weiß wohl, daß Sie mir wieder mit Robert Brown, mit Owen, mit Lyell und Phillipps einen Stein des Widerspruchs in den Weg werfen wollen, allein diese Männer, auch wenn man sie überall mit Hochachtung nennen hört, gehören nicht zu denen, deren Bücher man liest oder versteht. Verständlich ist nur der, welcher sein Wissen in den Umschlag des Dilettantismus einzuwickeln weiß; das Werk von Tyndal über Gletscher und Gletschereis, dessen wissenschaftlicher Werth in zwei Sätzen zusammengedrängt werden kann, bringt ihm mehr Ruhm ein, als seine tiefeingreifendsten magnetischen, elektrischen und sonstigen Untersuchungen. Hören Sie z. B. Ihren geistreichen Freund, den Duke of Argyll, wie er in seiner Eröffnungsrede der Edinburger Royal Society mit dialektischer Gewandtheit und Eleganz die Argumente von Darwin über den Ursprung der Arten widerlegt; es ist wie wenn er goldglänzende Bälle im Sonnenlichte tanzen ließe, um sie sodann mit der Gewandtheit eines Bosco in seinem Aermel verschwinden zu machen. Wissenschaftliche

Streitfragen, die der Duke of Argyll zu entscheiden vermag, der sich doch nur in seinen Mußestunden und zum angenehmen Zeitvertreib damit beschäftigen kann, können sicherlich nur für den Dilettantismus berechnet sein."

„Die Arbeiten unserer ächten Forscher W. Thomson in Glasgow, Strokes, Th. Graham u. A. haben eigentlich nur in Deutschland ihre Heimath, aber was sonst in Europa geschieht, ist für uns meistens viel weiter entlegen, als wenn es in China geschähe.

„Was die Chemie im Besondern betrifft, so gehört diese Wissenschaft zu denen, welche man am wenigsten bei uns kennt; wenn Sie die Aerzte und ein paar Fabrikanten ausnehmen, so werden Sie nur Wenige finden, die sie für eine Wissenschaft halten; wir besitzen in unserer Sprache nicht einmal ein Wort für einen Mann, den man in Frankreich oder Deutschland einen Chemiker nennt; Zeitschriften für Physik und Chemie, wie man sie auf dem Continente hat, bestehen bei uns nicht; das Philosophical Magazine ist eine Art von Rumpelkammer, in welcher Sie Mathematik, Physik, Chemie, Mineralogie wie Kraut und Rüben durcheinander gemischt finden; erst in der neueren Zeit scheint sich das Journal der Chemical Society zu einem chemischen Journale gestalten zu wollen."

„Wenn Sie in Betracht ziehen, daß mit sehr wenigen Ausnahmen unsere Lehrer der Chemie von ihren Lehrstühlen selbst kaum eine Einnahme haben, die sie vor dem Hunger schützt, daß sie genöthigt sind, sich zu Dienern der unwissenden Manufacturisten zu machen, daß sie die Zeit, die sie für wissenschaftliche Forschungen übrig haben, auf Arbeiten verwenden müssen, die ihnen Geld einbringen, so werden Sie sich nicht darüber wundern können, daß bei uns der Antheil an den

wissenschaftlichen Forschungen der Zeit außer allem Verhältniß gering ist."

„Unter einem praktischen Manne versteht man bei uns einen Mann, welcher Geld verdient, und unter einem wissenschaftlichen oder Theoretiker einen Mann, der leeres Stroh drischt. Unser berühmter Chirurg B. ist ganz unglücklich darüber, daß seine frühere wissenschaftliche Laufbahn als Professor ihm gleich einem unverlöschlichen Makel anklebt und ihm das Vertrauen bei Vielen raubt. Wir verwechseln „Thatsachen" mit „Gründen oder Ursachen", kurz, wir stehen darin den Chinesen ganz gleich, daß wir die ächte wissenschaftliche Bildung verachten und stolz auf unsere Praxis, d. h. auf unsere Unwissenheit sind."

„Eine jede Speculation, auf unsere Unwissenheit berechnet, ist ihres Erfolges vollkommen sicher, die Hauptsache ist die gehörige Energie dabei, und diese fehlt bei uns nicht. Nehmen Sie z. B. Morison, der mit seinen Pillen ein so colossales Vermögen gemacht hat, wie geschickt er es anfing, um John Bull zum Verschlucken seiner Pillen zu bewegen; er ließ zunächst in einem dicken Buche alle Thatsachen über die gute Wirkung der Purgirmittel zusammentragen mit Abbildungen von Eingeweiden, die sich durch seine Pillen förmlich geschält hätten, etwa wie Schlangen, die ihre alte Haut abwerfen, kurz, er überzeugte die Leute, daß es nur von ihnen abhänge, sich einen neuen Magen und neue Gedärme einzusetzen; dazu kam natürlich, daß eine große Anzahl von Leiden, die bei uns vorherrschen, durch Purgirmittel gehoben werden können, und was ein Kranker für drei Pence haben konnte, dafür ließ sich seine Unwissenheit geduldig mit drei Shilling besteuern."

„So ist, weil Sie unser Land nicht kennen, Ihr Urtheil

über Lawes sowie über die königl. Agricultur-Gesellschaft vielleicht nicht richtig, denn wenn Sie den niedrigen Zustand der Geistesbildung und des Unterrichtes unserer landwirthschaftlichen Bevölkerung bedenken, so erscheint es geradezu ungerecht, Personen zu verdammen, deren Ansichten doch nur Symptome dieses Zustandes sind. Ich halte es für ganz sicher, daß Lawes ursprünglich keine Düngerspeculation bezweckte, und es ist eben so gewiß, daß die Mitglieder der kgl. Agricultur-Gesellschaft keine Imbecils sind; es umfaßt diese Gesellschaft ganz im Gegentheil die Essenz der Intelligenz des Landes, Minister, Parlamentsglieder und die Gentry, womit man im Allgemeinen Leute bezeichnet, die nicht zu arbeiten brauchen, sondern von ihren Renten leben, alle rechnen sich zu den Landwirthen, theils weil sie Grund und Boden besitzen oder praktisch den Feldbau betreiben. Zwei Drittel davon leben von dem Einkommen ihrer Güter, verstehen aber den Feldbau nicht; das andere Drittel ist mit diesem vertraut, versteht aber die wissenschaftliche Lehre nicht. Sie können ziemlich sicher sein, daß jeder der 104 Governors und 4600 Mitglieder der Gesellschaft Ihr Buch gelesen hat, aber nichts kann gewisser sein, als daß Keiner davon sich die Mühe nahm, das, was Lawes aus Ihrem Buche in seiner Weise sich herauslas, mit dem zu vergleichen, was wirklich darin stand."

„Bei Ihnen studirt man wissenschaftliche Werke, bei uns liest man sie, und man ist ganz überzeugt, ohne alle Vorkenntnisse zu haben, das Gewicht und die Tragweite wissenschaftlicher Beweise beurtheilen zu können. Dazu kommt nun noch das Vorurtheil, daß Keiner bei einer wissenschaftlichen Lehre oder bei einer Theorie, wie man bei uns sagt, seinen persönlichen Nutzen betheiligt glaubt, weil man nur das, was man Praxis" nennt, für gewinnversprechend ansieht."

„Dann müssen Sie in Erwägung ziehen, daß eine landwirthschaftliche Gesellschaft bei uns nicht geradezu, wie dies anderwärts der Fall ist, als ein Verein angesehen werden darf, der sich den Fortschritt des Feldbaues zur Aufgabe stellt. Alle Gesellschaften, welchen Namen sie auch tragen mögen, gewinnen bei uns eine politische Unterlage, denn die Politik ist das, was wir am Besten verstehen. Ob der Verein für Erhaltung des Geschlechtes der Mopshunde gegründet ist oder für Landwirthschaft, dies ist für den Zweck desselben ziemlich gleichgültig, dadurch, d. h. durch den Namen, den sich der Verein giebt, scheiden sich nur die Classen der Gesellschaft von einander ab. Bei ihren großen Meetings sehen Sie darum immer nur die Leute der Politik an der Spitze, selbst bei der British Society for the advancement of Science ist dies der Fall, und ist es nicht ein interessantes Schauspiel, den Lord Palmerston in einer landwirthschaftlichen Versammlung sprechen zu hören, wie er gleich einem wohlwollenden Schulmeister vom künstlichen Dünger, von Stallmist und Drainirung spricht, so daß der praktische Mann voll Bewunderung sich sagen muß: er ist ein großer Mann und seine Politik ächt englisch."

„Nehmen Sie nur, um das Wesen der kgl. Ackerbau-Gesellschaft zu verstehen, ein paar Bände ihres Journals in die Hand, ich glaube nicht, daß Sie in den 22 Bänden desselben ein Dutzend Arbeiten finden werden, welche eine ausländische landwirthschaftliche Zeitschrift werth gefunden hat, zu übersetzen oder zu verbreiten, oder deren Kenntniß dem praktischen Manne, der den Fortschritt will, von wirklichem Nutzen ist. Der Hauptinhalt besteht in der Regel aus bestellten leeren Beschreibungen und unfruchtbaren Berichten über den Betrieb in dieser oder jener Grafschaft, oder in Frankreich oder Dänemark, die Niemand liest. Wenn Sie die paar ganz guten botanischen Aufsätze, die

eben so zweckgemäß in ein Penny Magazine passen, die Aufsätze von Hoskins, von Tanner, von Way, Völker und ein paar andere herausnehmen, so werden sehr wenige übrig bleiben, die irgend ein Mitglied der Gesellschaft jemals zum zweitenmal gelesen hat und die zum Nachdenken und Nachahmen auffordern."

„Die vielen Experimente von Lawes und Gilbert über die Mästung von Schweinen, Ochsen und Schafen müssen denen, die nur einen Begriff von Stoffwechsel, von Verdauung oder Ernährung, überhaupt von physiologischen Vorgängen haben, wahres Mitleiden erwecken; und alle die vielen wichtigen Arbeiten von Bischoff und Voit, von Henneberg, von Pincus und Anderen, durch welche die Gesetze der Ernährung, Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung festgestellt wurden, sind in England ganz unbekannt und unbeachtete Errungenschaften geblieben."

„Was durch Beharrlichkeit, Geduld und Ausdauer erreichbar ist, erreichen wir in England gewiß, dies sehen Sie z. B. an den bewunderungswürdigen Erfolgen unserer Viehzüchter, die eine Viehrace umformen, wie wenn das Thier ein Stück weicher Thon wäre; was aber nur durch Nachdenken erreichbar ist, erreichen wir nicht, weil wir geschworene Feinde des Nachdenkens sind. Mit der Fülle von Mitteln, die unseren Landwirthen durch ihren Reichthum zu Gebote stehen, würde man in Deutschland sicherlich doppelt soviel Fleisch und Korn hervorbringen, als man in England erzielt, und es gelingt dies bei uns darum nicht, weil wir rohe Empiriker, unwissend, eingebildet und unzugänglich für die Vorstellung sind, daß es etwas Besseres in der Welt gäbe als das, was wir einmal für gut halten. Wenn die statistische Angabe wahr ist, daß England eine Million Centner Butter einführt, so ist die englische Landwirthschaft verurtheilt, denn die Butter ist unter den landwirthschaftlichen Producten

eins der wenigen, die sich ohne Erschöpfung des Bodens, ohne Düngerzufuhr von Außen auf unendliche Zeiten hinaus erzeugen lassen."

Dies sind die Ansichten meines Freundes, die man mit großer Vorsicht aufnehmen muß, weil er als Engländer durch die englische Presse gewohnt ist, Alles zu übertreiben, das Gute in dem Lob, das Schlechte in dem Tadel, ein Mittleres, was gerecht und billig nach allen Seiten hin ist, giebt es dort nicht, in Alles, was dort öffentlich besprochen wird, mischen sich persönliche Rücksichten, Parteiansichten und Leidenschaften ein, so daß sich Jemand, der nicht im Lande lange gelebt hat, schwer in dem Wirrwarr von Meinungen zurechtfinden dürfte.

Meine eigenen Erfahrungen, die ich persönlich in England gesammelt habe, berechtigen mich höchstens, einige Thatsachen zu bestätigen, welche den Zustand der Chemie und die Ansichten, die man in England von dieser Wissenschaft hat, betreffen. Ich wohnte der Naturforscherversammlung in York bei und war in einer Sitzung zugegen, worin der berühmte Sir Roderick Murchison einen Aufsatz von Forchhammer in Kopenhagen, über die Bildung von Schwefelkies auf dem Meeresboden, vorlas, in welchem unter Anderm auch die Zusammensetzung der Asche einiger Seegewächse erwähnt wurde. Als Sir Roderick an die Bestandtheile Chlor und Jod kam, die in dem Manuscripte nach deutscher Art geschrieben waren, wußte er nicht, wie er sie aussprechen sollte, und da er Chlor und Jod, anstatt Chlorine und Jodine las, und auf dem Gesichte von ein paar englischen Chemikern ein spöttisches Lächeln sah, so sagte er mit der liebenswürdigen Selbstgefälligkeit, die ihn so sehr auszeichnet: „Meine Herren, Sie müssen sich nicht über die Fehler wundern, die ich vielleicht gemacht, denn die Wahrheit zu gestehen, verstehe ich von der Chemie nichts." Ich bemerkte wohl, daß er

den vorgetragenen Gegenstand nicht verstand, aber ich wunderte mich doch über sein naives Geständniß.

Wenn ein Student in Deutschland oder Frankreich, der ein Examen in Geologie machen wollte, zu erkennen gäbe, daß er nichts von der Chemie wisse, so würde dieser sicherlich die dritte Note (nicht befähigt) erhalten. In England darf aber ein Gentleman, ohne sich herabzusetzen, immer gestehen, daß ihm die Chemie ganz fremd sei, denn in dem englischen Geiste ist der Begriff eines „Chymist“ kaum trennbar von dem eines struppigen Burschen mit schmutzigen Händen und Schürze, der nach Krätzsalbe, Leberthran und Wurmsamen riecht.

Den großen Aufschwung der chemischen Fabrikation verdankt England einem kleinen Kern von ausgezeichneten Männern, deren Verdienste in der ganzen Welt anerkannt sind. Von der Fabrikation des Bleichkalks ist der Name Charles Tennant's untrennbar, und vor der Errichtung der Werke von James Muspratt in Liverpool hatte die Sodafabrikation kaum eine Bedeutung in England. (But in 1823 may be dated the commencement of the Soda-Asch manufacture in this country when Mr. James Muspratt erected his works at Liverpool. See Report of the british association for the advancement of Science for 1861 page 114.)

Vor dem Jahre 1817, in welchem Dr. Thomas Thomson als Professor der Chemie an die Universität Glasgow berufen wurde, bestand in Großbritannien kein Laboratorium, in welchem sich ein junger Mann praktisch in der Chemie unterrichten konnte, und es kann nicht bezweifelt werden, daß an der Begründung der chemischen Industrie in Schottland dieser ausgezeichnete Mann einen wesentlichen Antheil hat. Die Anzahl von Thomson's Schülern war aber immerhin sehr be-

schränkt, und auf meinen Reisen in England, die mich häufig mit Fabrikanten chemischer Producte in Berührung brachten, konnte ich wahrnehmen, wie gering im Ganzen die Verbreitung chemischer Kenntnisse unter den Fabrikanten war.

Ich fand die Einrichtungen der Fabriken in Beziehung auf Apparate und Arbeitersparung jedesmal bewunderungswürdig, aber die wissenschaftliche Grundlage des Betriebes bewies in der Regel eine kaum glaubliche Unwissenheit. So zeigte mir unter Anderm Herr Macintosh (bekannt durch seine Einführung wasserdichter Kleidungsstücke) seine Blutlaugensalz- und Berlinerblau-Fabrik bei Glasgow, und ich war beim Eintritt überrascht und betäubt von einem furchtbaren Lärm, der durch die Reibung von eisernen Rührern zum Umrühren der in den eisernen Töpfen schmelzenden Masse von thierischen Substanzen und Pottasche verursacht wurde; bei näherer Erkundigung sagte mir Herr Macintosh mit einem pfiffigen Gesichte: „Da haben Sie etwas, Professor, was keine Theorie erklärt, wenn meine Töpfe recht schreien, bekomme ich das meiste Blutlaugensalz!“ Er rieb mit dem Aufwande von einigen Pferdekräften das zur Bildung des Salzes nothwendige Eisen von seinen Töpfen ab! Mit einer Hand voll Eisenfeilspäne konnte er seinen Zweck viel besser erreichen. Für sein Berlinerblau hatte er eine Treppe errichtet, auf welche der hellblaue Niederschlag von Eisenvitriol und Berlinerblau hinaufgepumpt wurde; beim Herabfließen kam er alsdann mit der Luft in Berührung und wurde zu dunklem Berlinerblau. Es erregte seine höchste Verwunderung, als ich ihm sagte und zeigte, daß er mit einigen Pfunden Bleichpulver (bleaching powder) sehr viel weiter und in wenigen Augenblicken kommen könne.

Im Gegensatz hierzu macht Walter Crum, der sich durch mehrere gediegene wissenschaftliche Arbeiten (ich erinnere

nur an die von ihm entdeckte merkwürdige im Wasser lösliche Thonerde) einen ausgezeichneten Rang unter den Chemikern erworben hat, eine ehrenvolle Ausnahme.

Dieser Zustand hat sich seit 20 Jahren sehr zum Bessern verändert, und ich bin nicht zweifelhaft darüber, daß dies wesentlich dem Einwandern der deutschen Schule zugeschrieben werden muß, theils durch die englischen Chemiker, die in Deutschland sich ausbildeten, theils durch die Gründung einer praktischen Lehranstalt nach deutschem Muster, an welcher mein Freund Sir James Clark einen so großen Antheil hat und an welcher Professor W. Hofmann so segensreich wirkt. Seit der Errichtung des College of Chemistry sind in London, Manchester, Oxford, Edinburgh und an vielen andern Orten Großbritanniens treffliche praktische Lehranstalten entstanden, und in Beziehung auf den Standpunkt der wissenschaftlichen und industriellen Chemie steht England keinem andern Lande mehr nach.

Auf die Landwirthschaft hat dies Alles wenig Einfluß ausgeübt; auf meiner letzten Reise in England fand ich ziemlich allgemein die Ansicht verbreitet, daß die praktische Landwirthschaft von der Wissenschaft keine Hülfe zu erwarten habe. Bis auf meinen Freund Dr. Daubeny hatten sich auch die meisten wissenschaftlichen Männer, Playfair, Way u. A., von dem Gebiete der Landwirthschaft zurückgezogen; sie war wieder der rohesten Empirie verfallen. Die Anwendung von künstlichen Düngern hatte sich vermehrt, aber man hatte, indem man auf die Wissenschaft verzichtete, die Grundlage für den weitern Fortschritt verloren, und viele Jahre werden vergehen müssen, ehe das seltsame Vorurtheil ausgerottet ist, daß wissenschaftliche Kenntnisse dem praktischen Manne unnützlich oder gar schädlich sind, und ehe der frische Samen eines bessern Verständnisses

den geeigneten Boden zu seiner Entwickelung in England wiederfindet.

Der Streit, den die unwissende Praxis in England gegen die Wissenschaft erhob, war für die deutschen Landwirthe insofern ein großer Gewinn, als dadurch ihr Nachdenken geweckt wurde, und indem sie lernten die Lehren der Wissenschaft richtig zu verstehen, vermochten sie dieselben einer bessern Prüfung zu unterwerfen; die Folge hiervon war, daß sie von ihrer blinden Bewunderung und Nachahmung der englischen Landwirthschaft zurückkamen und die Ueberzeugung gewannen, daß nur das halbe Wissen schadet; damit ist denn in Deutschland der Fortschritt für immer gesichert.

Der Feldbau und die Geschichte.

Die Methoden und Ziele der Naturforschung in unserer Zeit sind von den früheren durchaus verschieden, der heutige Begriff von „Beobachtung", von „Erklärung" und „Ursache" war im Jahrhundert Bacon's von Verulam (1560 bis 1658) noch nicht entwickelt. In seinem Werke Sylva Sylvarum oder Natural history, von dem dieser große Philosoph glaubte, daß er darin die Naturerscheinungen wiedergebe, wie sie Gott und nicht die Menschen gemacht, ist, nach unserer Anschauung, eine jede Erklärung, die er giebt, ohne Boden oder eine leere Erfindung; das Meiste, was Bacon erklärte, halten wir für unerklärbar, und was wir eine „Erklärung" nennen, war ihm völlig unbekannt; daß unwandelbar feste, unveränderliche Naturgesetze nicht nur die himmlischen, sondern auch die irdischen Naturerscheinungen regieren, wußte man damals nicht; man betrachtete

jede Erscheinung für sich und glaubte, daß ihre Beziehung zu anderen nur durch die Phantasie herstellbar sei; man legte eine erdachte Ursache in die Erscheinung hinein und erklärte sie und ihre Beziehung zu anderen von innen heraus; eine jede Thatsache, ja jede Eigenschaft eines Körpers hatte ihren Grund und war durch diesen der Erklärung fähig, die eigentlich nur eine Beschreibung oder Umschreibung des Vorgangs war.

Unsere heutige Naturforschung beruht auf der gewonnenen Ueberzeugung, daß nicht allein zwischen zwei oder drei, sondern zwischen allen Erscheinungen in dem Mineral-, Pflanzen- und Thierreich, welche z. B. das Leben an der Oberfläche der Erde bedingen, ein gesetzlicher Zusammenhang bestehe, so daß keine für sich allein sei, sondern immer verkettet mit einer oder mehreren anderen, diese wieder mit anderen, und so fort alle miteinander verbunden, ohne Anfang und Ende, und daß die Aufeinanderfolge der Erscheinungen, ihr Entstehen und Vergehen, wie eine Wellenbewegung in einem Kreislaufe sei. Wir betrachten die Natur als ein Ganzes, und alle Erscheinungen zusammenhängend wie die Knoten in einem Netze. „Beobachten" heißen wir sinnlich wahrzunehmen suchen, wenn *ein* Knoten in dem Netze sich bewegt oder ändert, welcher von den *anderen* Knoten sich mitbewegt oder ändert; einer oder der andere muß sich mitbewegen oder ändern. Eine Erscheinung *untersuchen* heißt die Fäden aufsuchen, womit ein Knoten in dem Netze mit zwei oder drei anderen verbunden ist; bei zwei Erscheinungen, die einander stetig begleiten, oder die stetig einander folgen, suchen wir das Band auf, was beide miteinander verkettet. Da eine jede Naturerscheinung zusammengesetzt ist, d. h. aus Theilen besteht, so ist die erste und wichtigste Aufgabe des Naturforschers die, daß er ihre Theile aufzufinden sucht, ihre Natur und Beschaffenheit (d. h. ihre Qualität) und das Verhältniß

in welchem sie zusammenwirken (ihr Maß oder Quantität). Wir erklären die Thatsachen nicht an sich, sondern nur ihre Beziehungen zu einander, und wir legen nur denjenigen einen bestimmten Werth bei, deren Zusammenhang wir kennen; dieser Zusammenhang heißt das Gesetz. Wir erklären die Erscheinungen nicht von innen heraus, sondern von außen hinein, wir suchen die Bedingungen auf und wie sie zusammenwirken, was der Erscheinung vorhergeht und was ihr folgt, und was den Folgen folgt und so fort.

Die Natur hielt man früher für einfach, was sie nicht ist; das Einfache in der Natur ist für uns, daß alle ihre Zwecke auf dem geradesten Wege und auf die einfachste Weise erreicht werden und daß die Mittel hierzu gleich dem vollkommensten Räderwerke ineinandergreifen. In dem Zusammenwirken der einfachen Gesetze erkennen wir das zusammengesetztere höhere Gesetz und wir wissen, daß wir uns dessen Erforschung unmöglich machen, wenn wir an die Stelle der wirkenden Dinge unsere eigenen Gedanken einschieben und den Zusammenhang durch unsere Phantasie herstellen.

Die Bewegung des Pendels oder der Zeiger einer Uhr kann jedes Kind wahrnehmen; der, welcher aufmerksam und lange die Uhr betrachtet, sieht, daß die des Pendels und der beiden Zeiger gleichförmig zusammengehen; mit jedem Pendelschlage legen beide Zeiger einen gewissen Weg im Kreise zurück, der große einen 12mal größeren als der kleine Zeiger. Der Beobachter sieht ferner, daß auch das Gewicht abwärts sich bewegt, d. h. fällt, und das Pendel aufhört zu schwingen, wenn er das Gewicht am Fallen oder auch die Zeiger am Gehen hindert; er wird sich demnach bewußt, daß ein Zusammenhang oder eine Beziehung zwischen der Bewegung des Uhrgewichts, des Pendels und der beiden Zeiger besteht. Darin,

in der Erkenntniß, daß zwischen zwei Erscheinungen ein Verhältniß der Abhängigkeit besteht, liegt das Wesen der Beobachtung.

Durch das Aufbrechen der Uhr und die Aufsuchung des Zusammenhangs der Bewegungen der Zeiger, des Pendels und des Uhrgewichtes mit dem innern Getriebe empfängt der Beobachter das vollste Verständniß des Ganges der Uhr.

Die Untersuchung einer Erscheinung in der Natur ist nicht so einfach, da man keine Maschine vor sich hat, die man aufbrechen und in welche man hineinsehen kann. Die sinnliche Beobachtung hört deshalb an dem Punkte auf, an dem man bei der Uhr ankommt, ehe man sie aufbricht; die meisten Untersuchungen in der Naturforschung gehen nicht über die vollkommene Bekanntschaft eines Vorganges hinaus, wie er ist und wie er sich unter veränderten äußeren Verhältnissen gestaltet. An diesem Punkte fängt die eigentliche Arbeit des Naturforschers an und da sie eine Gedankenarbeit ist, so heißt sie jetzt „Nachdenken“. An die Stelle der sinnlichen tritt die geistige Beobachtung; sie verfährt nach denselben Regeln, nach denen man den äußern Vorgang erforscht. Das Material, mit welchem die Gedanken arbeiten, heißt „Kenntnisse“ und man versteht darunter in der Naturwissenschaft die Bekanntschaft mit den Naturkräften und allen ihren Gesetzen und den unzähligen Erscheinungen, in denen sie den Sinnen wahrnehmbar sich äußern. Durch das Nachdenken sucht der Naturforscher die gemachten Beobachtungen rückwärts in Zusammenhang zu bringen mit Naturgesetzen, von denen er weiß, daß sie ähnliche Erscheinungen bedingen, er macht sich in seinem Geiste ein Bild von dem inneren Getriebe der Erscheinungen (eine Hypothese), und er versucht nun zu ermitteln, ob die gedachten Ursachen oder der vorausgesetzte Zusammenhang wirklich

besteht oder nicht. Es ist jetzt seine Aufgabe, durch absichtlich herbeigeführte Verhältnisse, das ist durch **Versuche**, seine Vorstellung von dem Vorgang einer strengen Prüfung zu unterwerfen und sich und Andere von ihrer Wahrheit zu überzeugen; die Versuche des Naturforschers sind zuerst Probirsteine seiner Ideen, sodann Beweisstücke für Andere; was sein Geist beobachtet hat, bringt er durch logisch geordnete Thatsachen, zu denen er durch seine Experimente gelangt ist, Anderen, welche die Gesetze kennen, die bei der Erklärung in Betracht kommen, zur Anschauung; sowie Jemand, welcher die richtige Vorstellung von einer Uhr hat, ihren Gang beherrscht und machen kann, daß sie langsamer oder schneller oder gar nicht geht, so wird jetzt der, welcher den Zusammenhang der wirkenden Dinge kennt, zum Herrn der Erscheinung oder des Vorgangs. Für einen Mann, der die Gesetze nicht kennt und der die Richtigkeit der Beweisführung nicht zu beurtheilen weiß, bestehen die Beweisstücke natürlich nicht und er hält die Erklärung häufig für etwas Erdachtes, was sie ursprünglich ist, aber aufgehört hat zu sein, sobald sie der geistige Ausdruck der ineinandergreifenden Naturgesetze geworden ist. Die als richtig anerkannte Erklärung des Naturforschers empfängt den Namen „**Theorie**;" sie ist unwidersprechlich und unwiderlegbar für den, welcher sie versteht, und nur die Unwissenheit hält sich jederzeit zum Widerspruch für berechtigt. Daß die Anstellung von Versuchen eine Kunst ist, welche wie eine jede Fertigkeit oder Geschicklichkeit erlernt werden muß, ist eine Sache, die sich von selbst versteht.

Wenn ich den Blick des Lesers vor der Besprechung von Erscheinungen und Zuständen, welche mit der Wohlfahrt der Staaten und dem Fortbestehen der Nationen und überhaupt der Existenz des Menschen im innigsten Zusammenhange stehen, auf unsere gegenwärtige Methode der Forschung und Be-

weisführung zu lenken suche, welche die Spiele der Phantasie, womit sich früher der menschliche Geist befriedigte und alle hypothetischen Elemente vollkommen ausschließt, so geschah dies, um sein Mißtrauen und seine Gleichgültigkeit zu beseitigen und ihn zu vermögen, die Ansichten, die er sich selbst über diese Verhältnisse gebildet hat, einer ebenso strengen Prüfung zu unterwerfen, vielleicht daß er alsdann den nämlichen Standpunkt wie der Naturforscher gewinnt.

Es ist eine so triviale Wahrheit, daß man kaum es wagen sollte, sie auszusprechen, daß, wenn der Mensch von Luft und Wasser leben könnte, die Begriffe von Herr und Diener, Fürst und Volk, Freund und Feind, Haß und Liebe, Tugend und Laster, Recht und Unrecht u. s. w. nicht bestehen würden, und daß das staatliche Gemeinwesen, das sociale und das Familienleben, der Verkehr der Menschen, Gewerbe, Industrie, Kunst und Wissenschaft, kurz alles das, was den Menschen zu dem macht, was er ist, dadurch bedingt sind, daß der Mensch einen Magen hat und einem Naturgesetz unterthan ist, welches ihn zwingt, zu seinem Fortbestehen täglich eine gewisse Quantität von Nahrung zu genießen, die sein Fleiß und seine Geschicklichkeit der Erde abgewinnen muß, da sie ihm die Natur nicht oder lange nicht in ausreichender Menge von selbst darbietet.

Es ist klar, daß alle Ursachen, welche auf dieses Naturgesetz in irgend einer Weise störend oder fördernd einwirken, einen entsprechenden Einfluß rückwärts auf alle Lebensverhältnisse der Menschen ausüben müssen; sehr viele dieser Beziehungen sind längst erkannt, und man kann sich nur darüber wundern, daß gerade die wichtigste unter allen so gut wie nicht beachtet und kaum gewürdigt ist.

Die meisten Menschen haben nur eine dunkle Vorstellung über die Quelle ihrer ersten Lebensbedingungen; sowie die

Sonne auf- und niedergeht und die Jahreszeiten mit dem Umlauf der Erde wiederkehren, so, meinen die Menschen, kehrten auch die Ernten wieder, und da dies schon so viele hundert, ja tausend Jahre ohne Unterbrechung gedauert habe, so müßte wohl in der Natur dafür gesorgt sein, daß der Mensch nicht untergehen und verkommen könne, aus Mangel an den Mitteln zu seinem Fortbestehen.

Der allgütige Schöpfer hat allerdings aufs Weiseste dafür gesorgt und es hat seine allmächtige Hand die Vorschriften, welche der Mensch befolgen müsse, in ein großes Buch, welches die Natur ist, geschrieben, und er hat ihm in der Vernunft einen Theil von ihm selbst und durch sie die Fähigkeit verliehen, sein Buch zu lesen und seine göttliche Weltordnung zu begreifen; er hat den Menschen damit zum Herrn seiner Geschicke gemacht und sein Gedeihen und Fortbestehen in seine Hand gelegt.

Kein Naturgesetz sorgt für den Menschen, denn es ist sein Knecht und der Knecht dient dem Herrn, sorgt aber nicht für ihn.

Wir kennen mit der größten Bestimmtheit die Bedingungen der Erhaltung und Vermehrung des Menschengeschlechts, welche in dem Boden liegen, und wissen, daß sie auch in der fruchtbarsten Erde nur höchst sparsam verbreitet sind und daß der Vorrath nur ausreicht für eine Spanne Zeit.

In der Reihe der organischen Wesen steht einem jeden Thiere ein anderes gegenüber, welches dessen Verbreitung in der vorgeschriebenen Schranke erhält, so daß alle ihr Maß von Nahrung finden und keins das andere verdrängt. Das Anrecht auf sein Leben und Fortbestehen ist jedem Thiergeschlechte durch ein Naturgesetz gewahrt. In ähnlicher Weise wirkt das Naturgesetz auf die Menschen ein, wenn sie sich, anstatt es zu beherrschen, den Thieren gleich, davon beherrschen lassen. In der Reihe das letzte Geschöpf steht der Mensch dem Menschen allein gegenüber

und ein jedes Mißverhältniß zwischen dem Vorrath von Nahrung und dem Bedarf der Bevölkerungen zwingt diese, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, ihre Zahl gegenseitig zu vermindern, indem eine die andere vertilgt, und der Mensch, das Ebenbild Gottes, ist nur darin von der Ratte verschieden, daß er beim Nahrungsmangel nicht allerorts seinesgleichen auffrißt. Der, welcher an dem Tische der Gesellschaft keinen Platz mehr findet, giebt sich nicht so ohne Weiteres dem Verhungern hin; im Kleinen wird er zum Diebe und Mörder, oder er wandert in Massen aus oder wird zum Eroberer. Ein jedes Blatt in der Weltgeschichte zeigt die schauderhafte Wirkung dieses furchtbaren Gesetzes in den Strömen von Blut, womit der Mensch die Erde tränken mußte, welche er nicht fruchtbar zu erhalten verstand.

Für das große Ganze ist es zuletzt ziemlich gleichgültig, ob eine Nation in einem Lande, dessen Fruchtbarkeit stetig abnimmt, nach und nach verhungert und ausstirbt, oder ob sie, wenn sie die stärkere ist, eine andere schwächere Nation in einem fruchtbaren Lande gewaltsam aussterben macht und sich an ihre Stelle setzt. Alle großen Völkerwanderungen gehen von einem unfruchtbar gewordenen Lande aus nach fruchtbareren Ländern hin.

Noch ehe das römische Volk in der Geschichte hervortritt und lange vor der Gründung der Stadt Rom bot schon Italien das Bild des angebautesten Landes von Europa dar; von diesem Zustande zeugen in dem Lande der alten Latiner die Ueberreste der ungeheuren Bauwerke, die wir jetzt noch bewundern, und alle Nachrichten lassen auf einen überraschend blühenden Zustand des alten Latiums schließen. Man kann mit Bestimmtheit behaupten (so sagt Schlosser in seiner Weltgeschichte, 3. Band S. 140), daß dieses Land zu keiner andern Zeit bevölkerter war und einen schönern Anblick von allgemeinem Wohlstande darbot,

als in jenen früheren außerhalb des Bereiches der Geschichte liegenden Jahrhunderten. Selbst als später das mächtige Volk der Römer die Schätze der reichsten Länder in Latium zusammengehäuft hatte, war der Zustand dieses Landes nicht im Entferntesten mit dem der Urzeit vergleichbar. Latium zeigte zur Zeit der römischen Größe bloß den Reichthum einiger wenigen Familien, in der vorhergegangenen Zeit war aber ein großer Wohlstand über das ganze Land und alle seine Bewohner verbreitet. Da, wo jetzt die pontinischen Sümpfe eine weite nur zur Viehzucht dienende Strecke Landes bilden und die Luft verpesten, lagen damals nicht weniger als 23 volkreiche Ortschaften; der Fleiß der Latiner hatte also dieses Sumpfland ebenso in fruchtbares Culturland umzuschaffen gewußt, wie die Etrusker durch ihre Canäle und Dämme die Moräste der Lombardei zuerst bewohnbar gemacht haben. Die Menge der latinischen größeren und kleineren Ortschaften, welche in den Schriften der römischen Geschichtsschreiber angeführt sind, lassen auf eine ungemein starke auf einen kleinen Raum zusammengedrängte Bevölkerung und auf einen Boden schließen von größter Fruchtbarkeit, welcher gartenmäßig bebaut sein mußte, um die zur Erhaltung der Bevölkerung nöthige Nahrung zu liefern (Schlosser 141). In einem gleichen Zustande hoher Cultur befand sich das Gebiet der samnitischen Völker, der ganze Bergrücken der Apenninen von der Grenze der Etrusker bis zum äußersten Süden Italiens hin; das ganze Gebiet des Monte Matese, welches einen Theil des Jahres mit Schnee bedeckt und seit der Zeit der Samniten nie mehr angebaut worden ist, war damals durch den Fleiß eines glücklichen und abgehärteten Volkes theils in Ackerland, theils in Wiesen umgewandelt und auf unglaubliche Weise bevölkert; in dem ganzen samnitischen durchaus gebirgigen Lande waren nur wenige Strecken unbenutzt. Mit dem

Ackerbau und der Viehzucht hing die Religion des Landes enge zusammen und die Nationalfeste bezogen sich darauf. Besondere Priester (fratres arvales) bildeten die Bruderschaft des Feldbaues und beschäftigten sich damit nicht etwa bloß in Beziehung auf den Cultus, sondern in wissenschaftlicher Hinsicht. Die ganze Einrichtung der religiösen Ceremonien und alle Volksfeste dienten dazu, den Anbau des Landes unter obrigkeitlicher Aufsicht zu erhalten und die Gewohnheitsliebe des Ackermannes durch religiöse Pflichten zu spornen. Wegen ihres Einflusses auf das Klima des Landes standen bei den Samniten die Wälder unter öffentlicher Aufsicht.

Welch ein Zustand damals — und wie ist er jetzt! Anstatt der Rosengärten und üppigen Getreidefelder sind die Tempel Pästums jetzt umgeben von einer sparsam Gras und Disteln tragenden Wüste!

Der unwissende Mensch, gewöhnt, die Zunahme der Bevölkerungen an den Frieden und ihre Abnahme an den Krieg und verheerende Krankheiten zu knüpfen, erklärt sich den Zustand dieser Länder nach seinem eigenen Thun. Er weiß, wie geschickt dieser oder jener König im massenhaften Schlachten der Menschen war und wie gierig nach dem Ruhme, sehr viele Werkzeuge zum Schlachten zu haben, welche Lorbeern sich dieser oder jener Feldherr durch ein ähnliches Talent erwarb; er nennt dies seine Geschichte; aber die Geschichte der Erdscholle, mit der sein Leben auf's Engste zusammenhängt, kennt er nicht. Der Friede ernährt nicht und der Krieg zerstört nicht die Bevölkerungen, beide Zustände üben nur einen vorübergehenden Einfluß auf sie aus. Was die menschliche Gesellschaft zusammenhält oder auseinandertreibt, und die Nationen und Staaten verschwinden oder mächtig macht, dies ist immer und zu allen Zeiten der Boden gewesen, auf dem der Mensch seine Hütten baut. Nicht die

Fruchtbarkeit des Feldes, wohl aber die Dauer derselben liegt in der Hand der Menschen.

Lange vor der sagenhaften Gründung der Stadt Rom war das griechische Volk in Altgriechenland und auf der Küste von Kleinasien in den Kreislauf der Cultur und Civilisation eingetreten und zeigte, noch ehe der römische Staat die damals bekannte Welt umfaßte, alle Merkzeichen des Verfalles in dem an seiner Fruchtbarkeit erschöpften Lande. Schon 700 Jahre vor Christi Geburt giebt sich die Abnahme derselben in den massenhaften Auswanderungen der Griechen nach den Küsten des schwarzen und Mittelmeeres und in der fortschreitenden Entvölkerung und Verödung des Landes zu erkennen.

In der Schlacht von Platäa (479 v. Chr.) konnte der spartanische Staat noch 8000 Krieger zum Kampfe gegen die Perser stellen, einhundert Jahre nachher zählte nach Aristoteles (Polyb. II, 6. 11. 12) der nämliche Staat keine tausend zum Kriegsdienst tüchtige Männer; einhundert und funfzig Jahre später beklagt Strabo, daß von den hundert Städten Lakoniens zu seiner Zeit außer Sparta kaum noch dreißig Flecken übrig seien. Einhundert Jahre nach Strabo schildert Plutarch (Mor. p. 413) die traurige Verödung Griechenlands und der alten Welt. Aber auch der römische Staat sollte demselben Schicksal verfallen. In seinen landwirthschaftlichen Aufzeichnungen spricht Cato (230 v. Chr.) noch nicht von der Abnahme der Fruchtbarkeit der römischen Felder, sondern von der besten Art, sie mit Vortheil auszurauben. Dreihundert Jahre nach Cato sagt Columella in seiner Vorrede zu seinen 12 Büchern von dem Ackerbau:

„Die Großen des Staates pflegen bald über die Unfruchtbarkeit der Aecker, bald über die unbeständige Witterung zu klagen, welche nun schon seit geraumer Zeit den Früchten nachtheilig gewesen ist; Andere meinen, der Boden sei durch allzugroße

Fruchtbarkeit der vorigen Zeiten erschöpft oder kraftlos geworden. Aber — fährt er fort — kein Vernünftiger würde sich überreden lassen, die Erde sei, wie wir Menschen, veraltet, die Unfruchtbarkeit rührt vielmehr von unserm Verfahren her, weil wir den Ackerbau der unvernünftigen Willkür ungeschickter Knechte überlassen."

Die einfache Thatsache, daß man schon unter Nero anfing, Bücher über den Ackerbau zu schreiben, ist an sich ein Merkzeichen seines Verfalls, aber noch viel sicherere Beweise erkennt man in der Abnahme der Bevölkerung von dem letzten punischen Kriege an, auf welche der Krieg der Italiker, der Bürgerkrieg zwischen Marius und Sulla nur einen vorübergehenden Einfluß hätte äußern können auch in der Voraussetzung, daß beide Ereignisse eine halbe Million Menschen hinweggerafft hätten, fünfmal mehr, als die Schätzung Appian's und Diodor's beträgt, wenn der Boden sein früheres Ertragsvermögen nicht verloren gehabt hätte.

Wir wissen aus der neueren französischen Geschichte, wie vorübergehend die Wirkung auch der blutigsten Kriege auf den Stand der Bevölkerungen in Ländern ist, deren Boden in seiner Fruchtbarkeit noch nicht erschöpft ist. In den Kriegsjahren von 1793 bis 1815 verlor Frankreich über drei Millionen erwachsener Männer; der Bürgerkrieg in der Vendée kostete über eine Million Menschen; wenige Jahre nach 1815 war die Bevölkerung größer noch als 23 Jahre vorher geworden, denn die Revolution hatte viele Hunderttausende von Hectaren fruchtbaren Feldes aus der Todten Hand unter den Pflug gebracht und damit die Bedingungen der Wiedererzeugung der Menschen vermehrt.

Der unter Jul. Cäsar (46 v. Chr.) abgehaltene Census stellte die Thatsache der abnehmenden Bevölkerung unbezweifel-

bar fest und auch der äußerliche Grund blieb diesem großen Manne nicht verborgen; allein sein Ackergesetz konnte den erschöpften campanischen Staatsländereien, die er unter 20,000 arme Bürger, die drei und mehr Kinder hatten, vertheilte, ihre verlorene Fruchtbarkeit nicht wieder verleihen; der Zweck derselben wurde nicht erreicht.

Unter Augustus war der Mangel an zum Kriegsdienst fähigen Männern so außerordentlich groß, daß durch die Vernichtung eines kleinen Armeecorps unter Varus im Teutoburger Walde die Hauptstadt und ihr Gebieter in Furcht und Schrecken versetzt wurden. Rom konnte sein Contingent zu zwei Legionen nicht mehr stellen, von Freiwilligen zum Kriegsdienst war keine Rede mehr und es bedurfte der härtesten Zwangsmittel zum Zusammenbringen eines kleinen Heeres. Livius (VI. 12) spricht von der großen Verödung im Innern Italiens und sagt von dem Lande der alten kriegerischen Volsker: „jetzt müssen Sklaven dafür sorgen, daß es nicht ganz öde wird, kaum daß sich dort eine kleine Pflanzschule von Soldaten erhält."

Der Seeräuberkrieg, dessen glückliche Beendigung (79 v. Chr.) die Macht Pompejus' begründete, zeigt, in welchem Grade Rom abhängig war von der Zufuhr von ausländischem Getreide, und wenn, wie Mommsen (dessen Römische Geschichte Bd. III, S. 492) erwähnt, schon vor Julius Cäsar die Bewohner Roms beständig im Angesicht einer Theuerung und nicht selten in voller Hungersnoth waren, so sind dies zusammengenommen thatsächliche Beweise, daß der italische Feldbau die Bedürfnisse der Stadt und des Heeres in dieser Beziehung nur ausnahmsweise zu befriedigen vermochte.

Durch die brutale Ausraubung der eroberten Länder hatte sich vor Augustus schon ein außerordentlicher Reichthum in Rom angesammelt, der unter ihm durch die enorme Besteuerung der

Provinzen zu Gunsten der Weltstadt sich noch vermehrte; einen Theil desselben empfing das Land und die Städte durch großartige öffentliche Bauten, Bäder, Brücken, Heerstraßen und Wasserleitungen zurück, aber die lebhafteste Steigerung des Handelsverkehrs und der Industrie ersetzte den römischen Feldern die Bedingungen der Fortdauer der Menschengenerationen nicht wieder, die sie fortwährend und ohne Unterbrechung verloren.

Während nach außen hin der römische Staat alle Zeichen des Gedeihens und der üppigsten Machtfülle darbot, war der böse Wurm schon geschäftig, sein Lebensmark zu zerstören, der seit zwei Jahrhunderten in den europäischen Staaten das gleiche Werk begonnen hat.

Wie viele Männer von Einsicht, Kraft und gutem Willen beherrschten in den ersten Jahrhunderten der Kaiserzeit das römische Reich! Was vermochte aber die Macht der Mächtigsten, die in ihrem Uebermuthe sich selbst Altäre errichteten und sich als Götter verehren ließen, was die Weisheit der Philosophen, die tiefste Kenntniß der Rechtswissenschaft, was die Tapferkeit der tüchtigsten Feldherren, die furchtbarsten und aufs Beste eingerichteten Heere gegen die Wirkung eines Naturgesetzes! Alle Größe und Stärke sank zur Kleinheit und Schwäche herab und es verlor sich zuletzt sogar der Schimmer des alten Glanzes!

Während die Civilisation und geistige Bildung an Ausdehnung gewann und Künste und Gewerbe einen ungewöhnlichen Aufschwung empfingen, und Alles, was den Zwecken des äußern Lebens diente, in stetem Fortschreiten begriffen schien und eine neue Religion die alte Welt mit neuem Lebensmuthe erfüllen sollte, beschleunigte dies Alles nur ihren Untergang.

Vor Allen frei und unabhängig ist der Ackersmann, dessen Feld nicht größer ist, als er mit seinen und seiner Kinder Hände bauen kann, und fruchtbar genug, um seinen Theil an

den Lasten des Staates zu tragen und seiner Familie ein genügendes Auskommen und einen gewissen Wohlstand zu gewähren; für ihn sind seine Kinder ein Segen.

Wenn in Folge der Erschöpfung und Verarmung seiner Aecker der freie Bauer verschwindet, so erlischt mit ihm der echte Bürgersinn und die Vaterlandsliebe, denn in dem Bauern erhalten sich die religiösen Gefühle und die Liebe für die Scholle, auf der er geboren ist, und für das Land, was er pflegt; er weiß vor Andern die himmlischen Gaben zu schätzen, den belebenden Sonnenschein und befruchtenden Regen, und wie hülflos er ist ohne sie? sein kleines Gut, was ihn erhält, ist ihm nicht feil, er hat einen sichern Maßstab für dessen Werth, nicht für den des Geldes; er ist der Letzte im Lande, der die Waffen zu dessen Vertheidigung gegen den erobernden Feind niederlegt, der Letzte, der seinem angestammten Fürsten die Treue hält, wenn alle Andern sie brechen.

Aber indem er in seiner Unwissenheit die Naturgesetze mißachtet und verletzt, trifft ihn die Strafe seines Thuns; seine Sorgen und Mühen, sein Fleiß in der Bebauung seines Feldes beschleunigen nur dessen Erschöpfung. Es kommt für ihn die unerbittliche Zeit, wo er dem durch den Raubbau erschöpften Boden nicht mehr so viel abgewinnen kann, um seine Familie zu erhalten. Er kennt nicht den Grund seiner Verarmung, und schreibt einer Menge anderer Ursachen, nie der richtigen, den Grund der Abnahme seiner Ernten zu; er hofft auf bessere Jahre, und fängt an, seine dringendsten Bedürfnisse durch Schulden zu decken, der Steuererheber zwingt ihn zuletzt, sein Korn, noch ehe es geerntet ist, auf dem Halm zu verkaufen, und nach einer Reihe von Generationen fällt sein Besitz in die Hände seiner Gläubiger. Aus vielen kleinen Bauernwirthschaften entsteht alsdann eine Großwirthschaft; der

große Gutsbesitzer vertreibt die Familie des Bauern und behält nur die arbeitende Hand; er erzeugt nicht mehr Producte wie sonst, aber er führt sehr viel mehr aus als der Bauer, der den größten Theil derselben zur Erhaltung seines Vieh- und Hausstandes verbrauchte.

Der Kampf der römischen Gesetzgebung gegen die Wirkung dieses Naturgesetzes, der sich Jahrhunderte hindurch unausgesetzt erneuert, ist äußerst lehrreich und merkwürdig.

Der Gesetzgeber, welcher von Naturgesetzen keine Vorstellung hat, nimmt die gegebenen Zustände und Bodenverhältnisse als dauernd und unveränderlich an, was sie nicht sind, und sieht den Grund der Abnahme des Ertragsvermögens der Felder und der Bevölkerung in den Menschen, die ihrer Natur nach in ihrem Triebe, sich selbst zu erhalten und fortzupflanzen, sich nicht ändern; indem er durch seine Gesetze die Handlungen der Menschen zu bestimmen sucht, glaubt er, daß seine Gebote mächtig genug seien, Zustände zu erhalten oder wiederherzustellen, welche unwiederherstellbar sind; durch ein Gesetz kann ein Bauer vom Pfluge genommen und zum Soldaten gemacht werden, aber kein Zwang vermag den Städter oder Soldaten zum Bauer oder Ackerknecht zu machen, denn dessen Arbeit ist die schwierigste von allen; er muß wochenlang mit der Sonne aufstehen und täglich sechszehn Stunden schaffen; er muß heute wissen, was er morgen thun soll, jeden Tag etwas anderes; Wetter und Jahreszeiten warten nicht auf ihn, er wächst in seinen Betrieb hinein und erlernt ihn nicht, wie man eine Hand- oder Kunstfertigkeit erlernt.

Weder die gewaltsame Gütertheilung unter Cajus Gracchus, noch die Bemühungen Julius Cäsar's oder Augustus', das gestörte Verhältniß zwischen dem Bedarf der Bevölkerung und dem Productionsvermögen des Landes oder dem Hunger

und den Aeckern, die ihn nicht mehr stillen konnten, wiederherzustellen, hatten den geringsten Erfolg, und die Noth ließ kaum den Machthabern einen andern Ausweg, als das mangelnde Korn durch die Ausraubung der Provinzen zu ergänzen.

Die Abgabe von Korn an die armen römischen Bürger aus den Kornmagazinen des Staates hatte schon unter Scipio (196 v. Chr.) begonnen. Unter Cajus Gracchus sollten jedem sich meldenden Bürger monatlich 5 Modii (= jährlich 10 preuß. Scheffel = 15 Bushels = $2^1/_2$ bayer. Scheffel = $5^1/_2$ Hectoliter = 830 Zollpfunde) Getreide verabfolgt werden; unter Julius Cäsar betrug die Anzahl der Empfangenden 350,000, unter Augustus und den spätern Kaisern 200,000. Die Getreideabgabe von Seiten des Staates belief sich hiernach jährlich auf $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Millionen Centner. Dies machte offenbar nur einen Bruchtheil des Bedarfs der Bevölkerung Latiums und des Heeres aus, denn die Capitalisten Roms betrieben nebenbei einen schwunghaften und gewinnreichen Kornhandel. Das meiste Korn lieferte die Provinz Asia, die afrikanischen Küstenländer, Sicilien und Sardinien. Von Sicilien empfing Rom den zehnten Theil von allem Korn, was auf der Insel gebaut wurde, ebenso von Sardinien; die Provinz Asia war schon unter Gracchus als Staatsdomaine erklärt worden, und man kann ermessen, welchen Einfluß eine so große, viele hundert Jahre dauernde Beraubung auf die Bodenbeschaffenheit dieser Länder ausüben mußte, und daß zuletzt die Getreidezufuhr nach Rom nur durch die Vernichtung der freien Bevölkerung und durch die Einführung des Plantagenbaues im großartigsten Maßstabe durch Sklavenheerden aufrecht erhalten werden konnte.

Unter den spätern Kaisern lebte nicht nur die Bevölkerung Roms, sondern halb Italiens von fremdem Gut; ihre Genüsse, ihr tägliches Brot wurden abhängig von dem Willen und der

Gunst der Machthaber, sowie deren Existenz von einer jeden Stockung in dem Getriebe der ungeheuren Staatsmaschine gefährdet wurde, welche die Arbeitskräfte der Bewohner der übrigen Welt zu ihrer Aufrechthaltung verzehrte. Durch diese Abhängigkeit von dem Staate trat in der römischen Bevölkerung an die Stelle des Gefühls, der Kraft und Selbstständigkeit, welches die Arbeit erzeugt, Selbstsucht, kriechende Schwäche und niedriger Sklavensinn und alle Laster moralischer Entartung.

Von Diocletian an, dreihundert Jahre nach Augustus, verschwindet der freie Bauernstand völlig, an dessen Stelle treten die Colonen oder unfreien, den Gütern zugehörigen Bauern, und damit vollendet sich der tausendjährige Proceß und es beginnt in den nachfolgenden Jahrhunderten das Absterben des riesigen Körpers und seine innere Fäulniß; und so wie diese den Boden abgiebt, worin die Maden und die Würmer gedeihen, so verzehrte der überwuchernde Soldatenstand die Reste seiner gesunden und productiven Säfte und vollendete das Auseinanderfallen seiner sich auflösenden Glieder. Wie die Ratte das untergehende Schiff, so verließ zuletzt Constantin das zerrüttete Land, um in einen andern Welttheil den nämlichen Zerstörungsproceß zu verpflanzen.

Als eine Hauptursache des Menschenmangels in Griechenland hatte bereits Polybius (Ex. Vat. de Sentent. Lib. 37) die Unfruchtbarkeit der Ehen und die Ehescheu bezeichnet, eine Erscheinung, die in ganz gleicher Form im römischen Reiche auftrat und welche Augustus mit allen Mitteln, die ihm zu Gebote standen, obwohl erfolglos, zu bekämpfen suchte; auch hier zeigte sich, wie machtlos der Gesetzgeber in der Beseitigung von Uebeln im Staate ist, deren Merkzeichen er wahrnimmt, ohne ihren eigentlichen Grund zu kennen.

Keins unter allen Naturgesetzen ist in allen Thierclassen so maßgebend für ihre Vermehrung und so begreiflich für den Ver-

stand, wie das Gesetz, daß die Individuen in eben dem Verhältnisse wie die Bedingungen zu ihrer Zunahme sich vermehren. Die Nationalökonomie hat dieses Gesetz auch für den Menschen bewiesen und den Ausdruck dafür gegeben, daß die Anzahl der Ehen wie die der Kinder in einem bestimmten Verhältnisse abhängig sind von den Kornpreisen; sie nehmen zu in wohlfeilen Jahren, und ab, wenn das Brot und die Lebensmittel im Preise steigen.

In Spanien sehen wir einen ganz ähnlichen Proceß sich vollenden. Unter der Kaiserregierung gehörte Spanien, die Heimath Trajans, Hadrians, Marc Aurels, zu den reichsten und blühendsten Ländern der Welt.

Livius und Strabo erzählen von Hispaniens Fruchtbarkeit und den hundertfältigen Ernten Andalusiens; bei jedem neuen Feldzug, berichtet Livius, fand man neue Waffen, neue Reichthümer, als habe noch kein Krieg je diese Gebicte verwüstet.

Unter Abd Errahman III. (912 bis 961) hatte das mohamedanische Spanien (die heutigen Provinzen Arragonien, Valencia, Neucastilien, Murcia, Estremadura, Andalusien und Granada mit der südlichen Hälfte von Portugal) 25 bis 30 Millionen Bewohner; es war damals noch das bevölkertste Reich Europas. Tarragona, unter den Römern die zweite Stadt des Reichs, hatte über eine Million, unter Abd Errahman III. noch 350,000 Bewohner, jetzt 15,000!

Die Stadt Granada vermochte allein 50,000 Krieger ins Feld zu stellen, und wenn man den Berichten der arabischen Schriftsteller über Cordova einigen Glauben beimessen darf, so stand diese Stadt an Umfang mit ihren zweimalhundertzwölftausend Häusern und sechshundert Moscheen der Stadt London im Anfang dieses Jahrhunderts nicht viel nach.

Sechshundert Jahre nach Abd Errahman fragt Herrara

in seinem Buch über spanische Landwirthschaft, welches im Todesjahr Philipp's II. (1598) erschien: „Was mögen wohl die Gründe sein, daß sich heutigen Tages die Unzulänglichkeit der Lebensmittel im ganzen Lande fühlbar macht, und daß jetzt im Frieden ein Pfund Fleisch soviel kostet, als ehemals mitten im Kriege ein ganzer Hammel? Die Uebervölkerung kann nicht Ursache sein, denn da, wo ehemals tausend Mohren rege Hände hatten, finden kaum fünfhundert Christen ihr Dasein. Auch die Goldeinfuhr Indiens kann es nicht sein. Ist es denn die Erde," fragt er weiter, „welche ausruht? Aber die Erde bedarf keiner andern Ruhe als des Winterschlafes, und seit einem Menschenalter fehlten die Winterregen nicht, um sie zu erquicken und mit Kraft zum Triebe der jungen Saaten zu versehen. Was ist denn aber der Grund, daß uns im Ganzen die Erde nicht mehr ernähren will?" — „Das Maulthier ist der Grund," meint Herrara; „das Maulthier riß in der Mitte des dreizehnten Jahrhunderts ein, und von dieser Zeit an datirt sich die Verödung Spaniens, es besitzt nicht die Kraft, tief genug zu pflügen!!"

Die Verordnungen der katholischen Könige geben ein Bild von der allmäligen Erschöpfung des spanischen Bodens. Schon im zwölften Jahrhundert hatten der König Alonso Onzeno und Pedro der Grausame von Castilien Verordnungen zur Rettung der Wiesen und Weiden erlassen, und Kaiser Karl V. befahl, daß die in jüngster Zeit zu Ackerfeld umgeackerten Wiesen aufs Neue zu Wiesen gemacht werden sollten!

Jetzt liefert in Catalonien ein Feld in zwei Jahren, in Andalusien in drei Jahren einmal eine Ernte von Feldfrüchten! (siehe Bilder aus Spanien von Freiherrn v. Thienen-Adlerflycht. Berlin, Duncker 1861).

Der lange Kampf der Christen mit den Mauren ist na-

turgesetzlich leicht verständlich, es war der Kampf zweier Nationen um das tägliche Brot. Durch die Vermehrung der christlichen Bevölkerung in den minder fruchtbaren Theilen des Landes trat ein Nahrungsmangel ein; ihr gegenüber war eine andere, die ihres religiösen Glaubens wegen, so meinte man, kein Recht zu ihrer Existenz besaß, und die noch volle Kornspeicher hatte. Grund genug zur Vertilgung dieser gottlosen Race. Ein bis zwei Jahrhunderte nach der Vertreibung der Mauren waren die Kornkammern wieder leer; die Quellen, die sie früher füllten, waren erschöpft, und die Schätze der neuen Welt, der Strom von Gold und Silber, der nach Spanien floß, reichte nicht hin, um die zur Ernährung der vermehrten Bevölkerung nöthigen Mittel herbeizuschaffen; die Kräfte der Nation versiegten zuletzt in den Kämpfen um die Vergrößerung der ihr Nahrung liefernden Ländergebiete.

Nicht die Vernachlässigung des Ackerbaues, sondern die Zerstörung der Fruchtbarkeit der Felder durch den Raubbau machte dem römischen sowie dem spanischen Weltreiche ein Ende. Die gleichen Ursachen brachten in beiden Ländern die gleichen Wirkungen hervor.

Der Raubbau, welcher die Länder verödet und unbewohnbar macht, läßt sich in wenig Worten beschreiben.

In der ersten Zeit oder auf einem jungfräulichen Boden baut der Ackersmann Korn auf Korn*). Wenn die Ernten ab-

*) Dem Ackerbauer geht naturgemäß der Jäger und wandernde Hirt voraus und es findet sich der Einfluß des Ackerbaues auf die Cultur und Civilisation der Völker und Länder in unserem ältesten Geschichtswerk, der Bibel, in dem 4. Capitel des 1. Buch Mos. in folgender Weise angedeutet: „Der Ackerbau nimmt dem wandernden Hirten seine Weiden und vertreibt ihn (Kain der Ackermann tödtet Habel den Hirten), die Kinder des Ackerbaues (Nachkommen Kain's) wandern nicht mehr und bauen feste Wohnsitze (und Ada gebar Jabal, von dem sind hergekommen,

nehmen, so wandert er auf ein anderes Feld. Die Zunahme der Bevölkerung setzt nach und nach diesem Wandern eine Grenze; er bebaut dieselbe Oberfläche, indem er sie abwechselnd brach liegen läßt. Die Ernten nehmen fortwährend ab, und der Ackersmann wendet jetzt, um sie wiederherzustellen, Dünger an, den ihm natürliche Wiesen liefern (Dreifelderwirthschaft).

Da auch dieser Ersatz auf die Dauer nicht genügt, so führt dies auf die Düngererzeugung durch den Futterbau (Wechselwirthschaft) auf den Feldern selbst; man benutzt den Untergrund gleich der Dünger gebenden Wiese, anfänglich ohne Unterbrechung, dann mit Einschaltung von Brachjahren für die Futtergewächse; zuletzt ist auch der Untergrund erschöpft, die Felder tragen keine Futtergewächse mehr; zuerst stellt sich die Erbsenkrankheit ein, dann erscheint die Klee-, Rüben- und Kartoffelkrankheit, und zuletzt hört der Ackerbau auf; das Feld ernährt den Menschen nicht mehr.

Dieser Proceß kann viele hundert Jahre, auf einzelnen Feldern tausend Jahre dauern, ehe der Mensch die Erfolge seines Betriebes gewahr wird, und er hilft sich mit Verbesserungen, von denen jede einzelne ein Merkzeichen der Erschöpfung seines Feldes ist.

Die Geschichte des Feldbaues in Nordamerika hat uns mit unzähligen unwidersprechlichen Thatsachen bekannt gemacht, welche darthun, wie verhältnißmäßig kurz die Periode ist, in welcher man den Feldern ohne Unterbrechung und Düngung Ernten

---

die in Hütten wohnten und Vieh zogen), aus dem Ackerbau entspringen die Künste des Friedens (und sein Bruder hieß Jubal, von dem sind hergekommen alle Harfner und Pfeifer) sowie die Gewerbe und die Industrie (die Zilla gebar den Thubalkain, den Meister in allerlei Erz und Eisenwerk). Der Ackerbau ist das Geschäft des Mannes und soll nach dem göttlichen Gebot überall sein und keine Heimath haben. (Kain hat kein Weib und stirbt nicht.)

von Kornfrüchten oder Handelsgewächsen abgewinnen kann. Nach wenigen Menschenaltern schon ist der in Jahrtausenden angehäufte Ueberschuß von Pflanzennährstoffen im Boden erschöpft, und er liefert ohne Düngung keine lohnenden Ernten mehr.

In dem Unterhause des Congresses zu Washington wies der Abgeordnete Morell v. Vermont durch eine Reihe von statistischen Erhebungen nach, daß in den Staaten Conneticut, Massachusetts, Rhode Island, New-Hampshire, Maine und Vermont zusammengenommen in zehn Jahren (von 1840 bis 1850) die Weizenerträge um die Hälfte, die Kartoffelerträge um ein Drittel, die Weizenerträge in Tennessee, Kentucky, Georgia und Alabama, sowie in dem Staate New-York um die Hälfte gegen früher abgenommen haben. Der durchschnittliche Ertrag von Weizen in Virginien und Nordcarolina betrug im Jahre 1850 nur sieben Bushel, in Alabama nur fünf Bushel pr. Acre. Auf den neuen Ländereien in Texas und Arkansas erntet man durchschnittlich 700 bis 750 Pfund Baumwolle, und auf den älteren Feldern in Südcarolina nur halb soviel pr. Acre.

„Bei einer Wanderung durch das Land," sagt der Abgeordnete Clay von Alabama, „stößt man auf zahlreiche Farmhäuser, einst der Wohnsitz fleißiger und intelligenter Freimänner. Jetzt sind sie leer, verlassen und verfallen; man trifft dort Felder, einst fruchtbar, jetzt mit Unkraut überwuchert. Moos wächst in den Mauern vormals lebhafter Flecken, und in der Hand eines Herrn findet man das ganze Eigenthum, welches einst einem Dutzend weißer Familien glückliche Herde gewährte. Das Land, welches seine Kindheitsjahre noch nicht überschritten hat, trägt auf seiner Stirn bereits die Furchen des Greisenalters und des Verfalls, so in Alabama, in Virginien und den Carolinas."

Ueberall, in allen Welttheilen und Gegenden der Erde, erkennt der aufmerksame Blick in dem Zustand des Bodens das-

selbe große Naturgesetz. Da, wo sonst mächtige Reiche blühten und eine dichte Bevölkerung dem Boden Nahrung und Reichthümer abgewann, bringt jetzt das nämliche Feld nicht mehr so viel Früchte hervor, um den Anbau zu lohnen.

In keiner Wissenschaft weiß man es besser und sicherer, als in der Chemie und Physik, daß eine jede Naturerscheinung nicht von einer, sondern von mehreren Ursachen bedingt ist; zu der allereinfachsten chemischen Erscheinung gehören jederzeit drei, die in einem gewissen Verhältnisse zusammenwirken müssen, wenn sie hervorgebracht werden soll, und so würde es denn vollkommen unzulässig sein, den Verfall einer Nation ausschließlich einer einzigen Ursache zuzuschreiben, denn daran haben unzweifelhaft eine Menge anderer ihren Antheil, aber es sind dies die veränderlichen Factoren, während die Erschöpfung des Bodens durch den Raubbau die einzige Ursache ist, welche immer dabei ist und mitwirkt. Die Masse des Volkes sieht die Erscheinungen des Staats- und Familienlebens, die Zustände der Bevölkerungen immer nur durch einen Grund bedingt und hervorgerufen, und niemals den rechten, weil man eben eine Ursache nicht sieht; was man wahrnimmt, ist immer nur eine Wirkung. Das gemeine Volk schreibt die Theuerung den Bäckern oder den Wucherern, eine epidemische Krankheit der Brunnenvergiftung zu; es tödtet den Maulwurf und rottet den Sperling aus, die ihm so wenig Schaden und so sehr viel Nutzen bringen, und die Ansichten des Staatsmannes sind sehr häufig in politischen Dingen denen des Pöbels ganz gleich darin, daß er die politischen Stimmungen und Bewegungen im Volke, ja selbst Revolutionen an Personen knüpft, deren Handlungen doch nur Merkzeichen von Zuständen sind, die er selbst durch die Verkennung naturgesetzlicher Bedürfnisse hervorgerufen hat. Keine von allen politischen Ursachen des Verfalls

einer Nation wirkt auf den Boden ein und vermag dessen Beschaffenheit dauernd zu ändern, und dauernd ist der Verfall einer Nation nur dann, wenn sich die Bodenbeschaffenheit verändert hat.

So wie der Ackersmann sein Feld verläßt, welches ihn nicht mehr ernährt, und ein neues sucht, was ihn erhält, so wechselt und wandert mit dem Zustand der Länder die Cultur und Gesittung der Nationen; ein Volk entsteht und entwickelt sich im Verhältniß zur Fruchtbarkeit des Landes, mit dessen Erschöpfung verschwindet es scheinbar; nur die geistigen Güter, welche Früchte der Cultur und Civilisation sind, verschwinden nicht, sie wechseln nur den Ort.

Das Entstehen und der Untergang der Nationen beherrscht ein und dasselbe Naturgesetz. Die Beraubung der Länder an den Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit bedingt ihren Untergang, die Erhaltung derselben ihre Fortdauer, ihren Reichthum und ihre Macht.

Die Geschichte des größten Reiches der Erde weiß nichts vom Entstehen und Vergehen eines Volkes oder einer Nation; von der Zeit an, wo Abraham nach Egypten zog, bis zu uns, beobachten wir in China eine regelmäßige, nur durch innere Kriege vorübergehend unterbrochene Zunahme der Bevölkerung; in keinem Theile des großen Ländergebietes hat der Boden aufgehört, fruchtbar und dankbar für die Pflege des Bebauers zu sein. Das japanische Inselreich mit seinem gebirgigen, höchstens zur Hälfte cultivirbaren Boden, mit einer größeren Einwohnerzahl als Großbritannien, erzeugt nicht nur eine Fülle von Nahrung für alle seine Bewohner, ohne Wiesen, ohne Futterbau, ohne Einfuhr von Guano, Knochenmehl und Chilisalpeter, sondern es führt, seit seine Häfen geöffnet sind, jährlich nicht unbedeutende Quantitäten von Lebensmitteln aus.

(Bericht an den Minister für landwirthschaftliche Angelegenheiten über die japanesische Landwirthschaft, von Dr. H. Maron, Mitglied der ostasiatischen Expedition. S. Anhang G.)

Die Erfahrung und Beobachtung haben den chinesischen und japanischen Landwirth auf das einzige Culturverfahren geführt, welches geeignet ist, ein Land auf ewige Zeiten hinaus fruchtbar zu erhalten und in seinem Ertragsvermögen entsprechend der Zunahme der Bevölkerung zu steigern, und es ist wohl der größten Beachtung würdig, daß in diesen Ländern der Feldbau seinen dauernd blühenden Zustand hauptsächlich der Verbindung desselben mit dem Cultus und mit strengen religiösen Vorschriften verdankt; der „Gott" der Chinesen ist im eigentlichen Sinne der Pflug.

Die Grundlage des chinesischen und japanischen landwirthschaftlichen Betriebes ist der vollständige Ersatz aller dem Boden in den geernteten Feldfrüchten entzogenen Pflanzennährstoffe; der japanische Ackerbauer weiß nichts von dem Zwang einer Fruchtfolge, und baut nur das, was ihm am nützlichsten zu sein scheint; die Erträgnisse seines Bodens sind die Zinsen von dessen Bodenkraft, nie verringert er das Capital, was ihm diese Zinsen bringen soll.

Der europäische Feldbau, sowie der Feldbau in Spanien, Italien, Persien und überhaupt in allen den Ländern, die wir der Verödung und Unfruchtbarkeit verfallen sehen, ist der vollständigste Gegensatz des japanischen; er beruht auf der Ausraubung der Felder an den Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit. Das Ziel des europäischen Landwirthes und die Hauptaufgabe, die er seiner Kunst stellt, ist, seinem Felde so viel als nur möglich Korn und Fleisch abzugewinnen und so wenig als möglich Geld auszugeben, um die ausgeführten Bedingungen

seiner Ernten zurückzukaufen*). Unter den deutschen Landwirthen hält sich derjenige für den erfahrensten Mann, welchem es gelingt, die größten Massen Korn und Fleisch auf den Markt zu bringen, ohne allen Zukauf von Düngmitteln, ja er ist stolz auf seine Erfolge, und die Andern preisen ihn, wie geschickt er sei und wie gut er sein Feld zu behandeln verstehe. Kein vernünftiger Mensch kann einen solchen Betrieb für dauernd halten und glauben, der Raubbau werde für die europäischen Länder nicht die Folgen haben, die er für andere hatte; wenn kein Naturgesetz besteht, welches für den Menschen sorgt, wenn die Erhaltung der Fruchtbarkeit der Felder von dem Schöpfer in seine Hand gelegt ist, und er verantwortlich ist für all das Elend, was seine Handlungen seinen Nachkommen bereiten, so ist es doch eine Sünde gegen Gott und das Menschengeschlecht, wenn der Mensch die Bedingungen, von denen er weiß, daß sie zur Unterhaltung seines Lebens und das seiner Kinder gedient haben, und daß sie von der Natur dazu bestimmt sind, zur Entwickelung einer neuen und aller folgenden Generationen zu dienen, wenn er sie ohne allen Nutzen für sich vergeudet und dem Kreislauf des Lebens entzieht, absichtlich, mit Ueberlegung, und weil es ihm einige Kosten macht und unbequem ist.

Die Schilderungen des Ackerbaues in der Mitte und gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von Schubert u. A. geben ein Bild von dem Zustande, dem wir entgegengehen, wenn

*) Der Grundsatz des deutschen Feldbaues ist, „unter Anwendung der geringsten Düngermenge die größte Quantität an solchen vegetabilischen Stoffen zu erzeugen, die zur Ernährung und Erhaltung des thierischen Organismus verwendet werden können.“ Siehe die Naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues nebst deren Bedeutung für die Praxis von Dr. E. Wolf. 3. Auflage. Otto Wigand, Leipzig. S. 1016.

der herrschende Irrthum von der Unerschöpflichkeit der Felder von den Landwirthen nicht erkannt und ihr Betrieb danach eingerichtet wird.

„Außer schlechtem, saurem Wiesenfutter hatte der Landwirth kein anderes Winterfutter für das Vieh, als etwas weiße Rüben, Möhren, Kraut und Erdbirnen, von Allem aber nicht viel, weil auf den Feldern von selbst nichts mehr wachsen wollte. Dieses sparsame Futter wurde den Winter über, soweit es langte, noch sparsamer eingebrüht, und wenn es alle war, mußte sich das Vieh mit Gersten-, Hafer- und Erbsenstroh begnügen. Dagegen waren Milch, Butter und Käse schlecht und wenig. Aengstlich wartete man das Frühjahr ab, um ein bischen Weizenschrappe zu bekommen, und das Vieh, wenn das Gras etwa einen Daumen hoch gewachsen war, auf die Weide gehen zu lassen, von der es eben so hungrig wieder zurückkam, als es hinausgegangen war, und aussah wie die mageren Kühe, die Pharao im Traum gesehen hatte.“ So beschreibt Johann Christian Schubert, der vom Kaiser Joseph II. wegen seiner Verdienste um die Einführung des Kleebaues zum Ritter des heiligen römischen Reichs von dem Kleefeld ernannt worden war, den damaligen Zustand.

Vielleicht hätte schon damals die zwingende Noth eine bessere Einsicht verbreitet und die Landwirthe zum Bewußtsein ihrer fehlerhaften Bewirthschaftung gebracht, wenn nicht drei Ereignisse eingetreten wären, welche die Täuschung derer, welche den Raubbau als das legitime Verfahren ansahen, um ein Jahrhundert verlängert hätten.

Dies war die Anwendung des Gypses zum Kleebau und die Einführung der Kartoffeln und des Guano.

In England und Frankreich war der Feldbau durch den Uebergang zur Mistwirthschaft bereits in seine letzte Periode

eingetreten. Die Ackerkrume war durch die seit Jahrhunderten übliche Dreifelderwirthschaft bereits erschöpft und ihr Ertragsvermögen konnte durch den Anbau von Klee und Futtergewächsen auf Kosten des Untergrundes für eine Zeitlang wiederhergestellt werden.

In dem Gyps, welcher die Kleeernten an den meisten Orten auf eine außerordentliche Weise steigen machte, hatte man ein Mittel entdeckt, die Mistgewinnung ohne Düngung und mit Hülfe des Mistes die Kornerträge zu steigern, und in der Kartoffel eine Feldfrucht gewonnen, durch welche den erschöpften Kornäckern eine sehr viel größere Masse von Nahrung für Menschen und Thiere abgewonnen werden konnte, als dies durch irgend eine andere Culturpflanze geschah.

Es genügt, um die Bedeutung der Kartoffel zu würdigen, auf das Jahr 1847 hinzuweisen, in welchem der Ausfall der Kartoffelernte trotz einer guten Kornernte eine enorme Theuerung aller Lebensmittel und eine Hungersnoth im Spessart, Schlesien und Irland nach sich zog.

Man kann annehmen, daß in Frankreich und Deutschland ein Drittel der Bevölkerung auf die Kartoffel als Hauptnahrung angewiesen ist, und es gehört keine sehr lebhafte Phantasie dazu, um den Zustand als entsetzlich und grauenhaft zu erkennen, welcher eintreten muß, wenn die Kartoffel aus der Fruchtfolge des Landwirths dauernd ausfällt.

Dem Gypse und den Kartoffeln verdankt die gegenwärtige Bevölkerung Europas ihre Höhe, und es kann nicht der geringste Zweifel sein, daß die Einwohnerzahl Europas 20 bis 30 Millionen weniger betragen würde, wenn der Gyps nie in Anwendung gekommen und die Kartoffeln nie eingeführt worden wären. Man betrachtete die Einführung der Kartoffel im vorigen Jahrhundert um so mehr als eine große Wohl-

that, als der Anbau der wichtigsten Nährpflanzen, der Erbsen und überhaupt der Hülsenfrüchte, schon damals alle Sicherheit in Folge der Erschöpfung der Aecker verloren hatte. Der Landwirth baut naturgemäß keine Frucht an, auf deren Gedeihen oder sichern Ertrag er unter den gewöhnlichen Witterungsverhältnissen nicht mehr rechnen kann. An die Stelle dieser nahrhaften Körnerfrüchte, der wahren Stellvertreter des Fleisches für die arbeitende Bevölkerung, traten die Kartoffeln.

Die Kartoffelpflanze, vermöge ihrer ausgedehnten Wurzelverzweigung, durchwühlt den Boden, einem Schwein gleich, und gedeiht noch auf einem verhältnißmäßig armen Felde, welches kaum noch lohnende Getreideernten giebt; sie theilt sich mit den Halmgewächsen in den Vorrath von Nährstoffen, den der Stallmistbetrieb in der Ackerkrume anhäuft, und ist die letzte in der Reihe der Gewächse, die in der obersten Bodenschicht noch cultivirbar sind, wenn alle übrigen den Anbau nicht mehr lohnen.

Die Einführung der Kartoffeln und die Anwendung des Gypses wurden als wahre Verbesserungen des landwirthschaftlichen Betriebes angesehen, nicht darum weil durch sie das arbeitende Bodenkapital zunahm, sondern weil das Einkommen des Landwirthes sich vermehrte. Daß eine Zeit jemals kommen werde, wo der Boden aufhören müsse fruchtbar für Kartoffeln zu sein und wo der Gyps keine Wirkung auf die Erhöhung der Kleeernten mehr haben werde, oder daß die Dauer der Ernten von einem Felde dem man nichts gab, sondern mehr nahm, mit ihrer Höhe abnehmen müßte, waren für den damaligen Landwirth ganz unzugängliche Gedanken; sein Betrieb war seit Jahrhunderten auf die Vorstellung gegründet, daß der Boden durch den Feldbau in seinem Ertragvermögen eher zu- als abnähme.

Wäre er gewöhnt gewesen sich Rechenschaft zu geben über

die Erscheinungen des Feldbaues im Ganzen genommen, so würde er sehr bald wahrgenommen haben, daß an vielen Orten Kleefelder, die man ein Jahrzehend vorher noch für unerschöpflich an Fruchtbarkeit gehalten hatte, auch mit Gyps gedüngt die früheren hohen Erträge nicht mehr geben, und daß für alle Kleefelder eine ähnliche Grenze der Fruchtbarkeit eintreten müsse, welche der Anbau anderer Leguminosen der Hülsenfrüchte z. B. bereits unsicher gemacht und aus dem regelmäßigen Betrieb ausgeschlossen hatte.

Wären zuletzt die Kartoffeln nicht gewesen, so hätte wahrscheinlich die Noth den deutschen Landwirth gedrängt, über den Grund nachzudenken, welcher die englischen Landwirthe bestimmte, auf die Knochen als Düngmittel einen so hohen Werth zu legen, einen Werth, den er so wenig einzusehen vermochte, daß er über 70 Jahre lang mit vollkommenster Gleichgültigkeit der Ausfuhr von Millionen Centnern Knochen zusah.

Der Gedanke lag doch nahe genug, daß die Beraubung der deutschen Felder an Knochenerde diesen nachtheilig sein mußte, wenn die Zufuhr derselben den englischen nützlich war. Erhöhte dieser Stoff die Korn- und Kleeerträge auf den englischen Feldern, so mußten die Korn- und Kleeerträge auf den deutschen Feldern fallen, die ihn den englischen geliefert hatten.

In den Händen des unwissenden praktischen Mannes wurden der Gyps und die Kartoffeln zu Mitteln, die Ausraubung des Feldes zu verstärken und dessen Erschöpfung zu beschleunigen.

Ein anderes, vielleicht das größte Uebel, welches der Kartoffelbau in seinem Gefolge hatte, würde sich ohne ihn wahrscheinlich nicht oder nicht so sehr fühlbar gemacht haben, und dies war die Verminderung der Arbeitskraft der von Kartoffeln vorzugsweise sich nährenden Bevölkerungen. Es kann hier

nicht weiter auf diesen Zusammenhang eingegangen werden und es dürfte genügen, hier zu bemerken, daß seit der Einführung der Kartoffeln die mittlere Mannesgröße sich in Deutschland und Frankreich vermindert hat, so zwar, daß in diesen Staaten das Soldatenmaß seit 70 Jahren herabgesetzt werden mußte. Die Knochensubstanz, welche dem Knochenskelette des Mannes in Deutschland und Frankreich fehlt, um die frühere Mittelgröße herzustellen, ist in den Knochen nach England ausgeführt worden und hat dort dazu gedient, um das Knochenskelett des englischen Soldaten und Arbeiters in seiner früheren Länge und Stärke zu erhalten*).

---

*) Der berühmte Anatom und Physiologe Tiedemann sagt in seinen nachgelassenen Aufzeichnungen, die mir durch die Güte seines Schwiegersohnes, des Prof. Bischoff, zur Verfügung gestellt wurden: „Eine genaue Untersuchung der Körpergröße gewährt den sichersten Schluß auf die physische Beschaffenheit, auf das Blühen und Gedeihen eines Volkes. Im Allgemeinen spricht innerhalb gewisser Grenzen für das Gedeihen organischer Wesen das Ueberschreiten des Mittelmaßes ihrer Art (Species). Für den Menschen ist es nachgewiesen, daß sein Körpermaß sich verkleinert, wenn sein Gedeihen beeinträchtigt ist, sei es durch physische oder sociale Verhältnisse. Eine Untersuchung der Körpergröße eines Volkes giebt einen wichtigen Anhaltspunkt für die Bestimmung der Kraft desselben. Ein Volk verkümmert in demselben Grade, als sein mittleres Körpermaß abnimmt. Die Mitglieder wohlhabender Stände erreichen einen höheren Wuchs, als die des niederen Volkes. Ein wesentliches Mittel zur Erforschung der Höhe des Wuchses geben die Conscriptionslisten ab."

Die Vergleichung zeigt, daß in allen europäischen Ländern, in welchen die Conscription besteht, seit der Einführung derselben das mittlere Körpermaß der erwachsenen Männer und im Ganzen ihre Tauglichkeit zum Kriegsdienst abgenommen hat. Vor der Revolution im Jahre 1789 betrug das Minimum der Körpergröße für einen Infanteristen in Frankreich 165 Centimeter, 1818 hingegen (Gesetz vom 10. März) 157 Centimeter; durch das Gesetz vom 21. März 1832 156 Centimeter; durchschnittlich werden in Frankreich wegen mangelnder Größe und Gebrechen über die Hälfte ausgemustert; das Militairmaß war in Sachsen im Jahre 1780 178 Centimeter, es ist jetzt 155 Centimeter. In Preußen ist das Militairmaß 157 Centimeter. Nach einer Angabe in der bayerischen Zeitung

Ueber diesen Einfluß lassen die Versuche von Boussingault*) nicht den allergeringsten Zweifel, welche zeigen, daß es unmöglich ist, ein Schwein auch bei der vollsten Fütterung mit Kartoffeln auf die Mittelgröße zu bringen; es bleibt immer kleiner, als ein gewöhnlich gemästetes Schwein, und sein Fleischgewicht nimmt über eine gewisse Grenze nicht mehr zu. Dies ist eine ganz bekannte Sache und der Landwirth setzt darum den Kartoffeln Erbsen zu, welche sehr viel reicher an Knochenerde sind, als die Kartoffeln; mit diesem Zusatz ändert sich sogleich dieses Verhältniß, das Schwein fährt fort zu wachsen; der größere Gehalt an Blut und Fleisch erzeugenden Stoffen in den Erbsen in einem den Kartoffeln ähnlichen Volumen hat natürlich seinen Antheil an dieser Zunahme.

Obwohl gegen Ende des vorigen Jahrhunderts durch die Einführung des Klee- und Kartoffelbaues die Masse der zur

---

vom 9. Mai 1862 von Dr. Meyer, stellt sich nach einem neunjährigen Durchschnitte heraus, daß im Königreich Preußen von 1000 Conscribirten 716 untauglich zum Militärdienst befunden wurden, 317 wegen Mindermaß und 399 wegen Gebrechen; es scheint hiernach die größere Masse der Bevölkerung in Preußen auf Kartoffelnahrung beschränkt zu sein. In Oesterreich beträgt das Soldatenmaß 160, in Schweden 162 Centimeter. Die Stadt Berlin konnte 1858 ihr Contingent an Ersatz-Mannschaft nicht stellen, es fehlten 156 Mann. In Cambridge besteht der Gebrauch, daß die auf die Universität Kommenden sich messen und wiegen; die mittlere Größe der Studenten ist 176,8 Centimeter.

*) Ein Schwein, 8 Monate alt, 120 Pfd. schwer, nahm bei Kartoffelfütterung in 93 Tagen um $14^1/_2$ Pfd. an Gewicht zu, ein zweites, ebenso altes, 118 Pfd. schwer, bei derselben Fütterung, nahm in 208 Tagen um 48 Pfd. an Gewicht zu. Wenn das Schwein ein Jahr alt geworden ist, so bleibt bei Kartoffelfütterung sein Gewicht.

Ein zweites Schwein, 8 Monate alt, 120 Pfd. schwer, mit Kartoffeln, Molken, Buttermilch und Abfällen der Küche gefüttert, nahm in 97 Tagen um 104 Pfd. zu. Neun Schweine, 1174 Pfd. schwer, nahmen bei derselben gemischten Fütterung in 97 Tagen um 826 Pfd. zu, jedes durchschnittlich um 92 Pfd.

Erhaltung und Vermehrung der Bevölkerungen dienenden Nahrungsmittel sehr bemerklich gegen früher stiegen, so würde sich dennoch vielleicht ein Mangel in der Production nach einem oder zwei Jahrzehnten bemerklich gemacht haben, wenn die Bevölkerung in der naturgesetzlichen Progression zugenommen hätte.

Aber eine auf einander folgende Reihe von Menschen vertilgenden Kriegen beschränkte die Anzahl der Bewohner beinahe in allen europäischen Ländern und hinderte ihre naturgemäße Vermehrung, so daß selbst in den Kriegszeiten ein eigentlicher Mangel oder eine drückende Theuerung sich nicht bemerklich machte.

Wenn diese Kriege nicht stattgehabt hätten und die Population auf dem Continente von 1790 bis 1815 in einer ähnlichen Progression sich vermehrt hätte, wie dies jetzt geschieht, so würden ein paar Millionen Menschen mehr die Hungerjahre 1816 und 1817 erlebt haben, und wer sich dieser Zeit erinnert, der wird nicht zweifelhaft darüber sein können, daß alsdann Zustände in vielen europäischen Ländern eingetreten wären von einer Schrecklichkeit, wie sie das Mittelalter nicht gekannt hat.

In den darauf folgenden Jahren war das Verhältniß der Production zum Verbrauch umgekehrt; die Korn- und Güterpreise fielen auf eine ungewöhnliche Weise, bis sich in der Mitte der dreißiger Jahre eine Art von Gleichgewicht durch die Vermehrung der Population hergestellt hatte. Von da an beginnen die massenhaften Auswanderungen, deren letzter Grund unter vielen natürlich immer der ist, daß die arbeitende Bevölkerung auf ihrer Scholle durch ihre Arbeit nicht so viel erwirbt, um sich erhalten zu können.

Trotz dieser großen Auswanderungen hatte sich von 1816 bis 1846 die Anzahl der Korn, Kartoffeln und Fleisch verzehrenden Individuen im Königreich Preußen um 54 Proc., in

Sachsen nahe um eben so viel, in Oesterreich und Baiern um 27 und 26 Proc. und in ähnlichen Verhältnissen in anderen Ländern vermehrt; ein Bruchtheil ihres Bedarfs wurde unstreitig dadurch gedeckt, daß sehr viel Feld in Cultur genommen wurde und Früchte lieferte, welches früher den Anbau nicht lohnte. Aber man denke sich den Zustand dieser Bevölkerungen in Europa, wenn der zufällige Umstand, die Einfuhr und Anwendung des Guano seit 1841, nicht dazu gekommen wäre und die Production von Nahrung auf den erschöpften und durch den Raubbau herabgekommenen europäischen Feldern gesteigert hätte?

Man kann annehmen, daß durch Düngung eines Feldes mit Guano für ein jedes Pfund dieses Düngmittels in 4 bis 5 Jahren 5 Pfd. Korn oder Kornwerthe (Weizen, Gerste Hafer, Kartoffeln, Klee) von einem Felde mehr gewonnen werden, als dieses Feld ohne dasselbe geliefert haben würde.

In seiner Eröffnungsrede der britischen Naturforscher-Versammlung zu Glasgow 1855 erwähnt der Herzog von Argyll, daß von 1841 bis zum Jahre 1855 über 1,500,000 Tonnen oder 30 Millionen Centner Peru-Guano in Großbritannien eingeführt worden seien, und man wird die richtige Zahl noch nicht erreichen, wenn man annimmt, daß im Ganzen nach Europa in eben dieser Zeit 2 Millionen Tonnen oder 40 Millionen Centner Guano eingeführt worden sind. (Im Jahre 1841 wurden 2881 Tonnen, im Jahre 1859 286,000 Tonnen in England eingeführt.) Hieraus berechnet sich, daß mit Hülfe des Guano in einem Zeitraum von 15 Jahren 200 Millionen Centner Korn und Kornwerthe mehr erzeugt worden sind, als die europäischen Felder, auf ihren üblichen Dünger beschränkt, hätten liefern können. Dieser Zufluß von Düngstoffen, gleichbedeutend einer Einfuhr von Getreide und Vieh, genügt, um $26^2/_3$ Millionen Menschen ein Jahr lang,

oder jährlich 1,800,000 funfzehn Jahre lang vollständig zu ernähren. In dieser Rechnung sind die Jahre 1855 bis 1862 nicht einbegriffen, in welchen die Guano-Einfuhr mindestens ebensoviel betrug als in den 15 Jahren vorher.

Der an der Küste von Peru stationirte Admiral Moresby berichtete im Jahre 1853 an die englische Regierung, daß nach seiner Vermessung und Aufnahme der Chinchas-Inseln, der damalige Vorrath von Guano auf 8,600,000 Tonnen oder 172 Millionen Centner veranschlagt werden könne. Seit dieser Zeit sind nach England allein (nach Pusey) jährlich 3 Millionen Centner (150,000 Tonnen) eingeführt worden und in Betracht der Thatsachen, daß die Tonnenzahl des von den Chinchas-Inseln nach den Vereinigten Staaten eingeführten Guano die der britischen Schiffe übertreffe, erklärt Admiral Moresby, „daß nach dem mittleren Anschlage der Ausfuhr, diese Inseln an den guten Sorten Guano, welche auf dem englischen Markt verkaufbar seien, in 8 oder 9 Jahren erschöpft sein würden.“ „Es ist wahr,“ sagt Pusey, „daß nach den Angaben der peruanischen Regierung die nördlichen und südlichen Districte noch 8 Millionen Tonnen Guano enthalten sollen, wenn man aber die luftige Weite der spanischen Arithmetik in Rechnung ziehe, so sei zu fürchten, daß auch diese anderen Bezirke nicht viele Jahre mehr unsern Bedarf werden liefern können.“

„Der Guanohandel ist ein Monopol der Regierung, und man hat uns erzählt, daß in dieser freien Republik Don Domingo Elias in das Zuchthaus zu Callao letzten Sommer geschickt wurde, weil er öffentlich behauptet hatte, die Guanolager würden in 9 bis 10 Jahren aufgezehrt sein.“

Dies ist sicherlich keine Thatsache, welche die Meinung unterstützt, daß selbst nach der Meinung der peruanischen Machthaber der Guanovorrath noch auf lange hin reiche.

Wir wollen aber annehmen, daß sich der Admiral Moresby geirrt habe und daß der Vorrath dreimal größer gewesen sei, als er 1853 angenommen hat, so würden im besten Fall die europäischen Landwirthe noch Aussicht haben, achtzehn Jahre lang ihren Bedarf zu decken! Was soll aber nachher geschehen?

Die Zahl der Einwohner der Zollvereinsstaaten, Hannover und Oldenburg eingeschlossen, betrug im Jahre 1858 11 Millionen mehr als im Jahr 1818.

Nimmt man die für die volle Ernährung eines Menschen nöthige Nahrung täglich auf zwei Pfund Kornwerth an, so macht dies für den Kopf jährlich 7¼ Centner Kornwerth.

Im Jahre 1858 verzehrte mithin die Bevölkerung der Zollvereinsstaaten 80½ Millionen Centner Kornwerth mehr, als im Jahre 1818, und wenn die Bevölkerung in demselben Verhältniß steigt, so werden die Felder der Zollvereinsstaaten jährlich an 2 Millionen Centner Kornwerth mehr erzeugen müssen als das Jahr vorher, um die zuwachsende Bevölkerung zu erhalten; und es erhebt sich hier die Frage, welche Aussicht unsere Landwirthe besitzen, mit den Mitteln, auf die sie beschränkt sein werden, wenn die Zufuhr von Düngstoffen aus Ländern außerhalb Europas aufhört, diesen Mehrbedarf ihren Feldern abzugewinnen? Die britischen und amerikanischen Schiffer haben in den letzten zehn Jahren alle Meere durchsucht und es ist kein noch so kleines Inselchen, keine Küste ihrer Forschung nach Guano entgangen; auf die Entdeckung neuer Guanolager zu vertrösten, würde geradezu eine Thorheit sein.

Was die Zufuhr von Korn von außereuropäischen Ländern betrifft, so weiß man, daß kein Land auf der Welt im Stande ist, dauernd Getreide auszuführen, und in besonderer Beziehung auf die Vereinigten Staaten ist es bekannt, wie

sehr sich die dortigen Culturverhältnisse geändert haben und wie sie sich jährlich verschlimmern. In den ersten Jahren der Guanoeinfuhr in England sahen die amerikanischen Farmer mit einer Art von Stolz auf ihr reiches Land und mit Mitleid auf das erschöpfte Europa herab, und in dem letzten Jahre war der Guanoverbrauch in Nordamerika größer als der in allen europäischen Staaten zusammengenommen. Ueber den Zustand der amerikanischen Landwirthschaft darf man sich keiner Täuschung hingeben. In dem Jahre 1850 zählte die Union 23,191,836 Einwohner, im Jahre 1856 war die Zahl auf 27,605,527 gestiegen, die Bevölkerung hatte in sechs Jahren um 4,605,527 Einwohner, um die ganze Einwohnerzahl des Königreichs Baiern, zugenommen. Im Jahr 1856 verbrauchten die Einwohner der Union 33½ Million Centner Korn und Kornwerthe mehr als im Jahre 1850. Wenn wir annehmen, daß diese ganze Quantität im Jahre 1850 in Nordamerika über den Bedarf mehr erzeugt und nach Europa verschiffbar geworden wäre (in 2100 Schiffen, jedes zu 800 Tonnen Gehalt = 16,000 Centner), so ist es sicher, daß eine gleiche Ausfuhr im Jahre 1856 unmöglich gewesen ist.

Naturgesetzlich kann eine Kornausfuhr nur aus einem fruchtbaren Lande mit einer im Verhältniß zur Bodenfläche geringen Einwohnerzahl statthaben. Nach einer Reihe von Jahren nimmt die Ertragsfähigkeit der Aecker ab; sie liefern weniger Korn wie vorher, und die Anzahl der kornverzehrenden Individuen nimmt zu. Die Folge davon ist, daß die Ausfuhr sich vermindert; sehr bald wird die Grenze erreicht, wo sie aufhört. Noch vor diesem Zeitpunkte tritt eine Güterzersplitterung ein; der rohe Raub bildet sich aus zur Kunst des Raubs; nach einer weiteren Reihe von Jahren treten in diesem Lande die umgekehrten Erscheinungen ein, der kleine Bauer ist

unvermögend, sich auf seinem Besitze zu behaupten, weil er ihm durch die steigende Abnahme der Erträge seiner Felder seinen und seiner Familie Unterhalt nicht mehr abgewinnen kann. Während sonst 20 Acker hierzu genug waren, sind jetzt 40 Acker dazu nöthig; er verkauft sein Feld und wandert mit dem Rest seiner Habe aus, oder er verkommt und wird Taglöhner bei einem großen Landbesitzer; dieser führt die intensive Feldwirthschaft ein, er vermindert die Zahl seiner Kornfelder und vermehrt die Futterfelder, die ihm den fehlenden Mist für seine Kornfelder liefern müssen. In dieser Weise schrumpfen seine Kornfelder immer mehr und zuletzt sein Besitz zu einer großen Viehweide ein. Große Flächen Land fallen in die Hände einer kleinen Anzahl von Besitzern.

Dies ist der naturgesetzliche Verlauf der Raubwirthschaft, die in keinem Lande je in größerem Maßstabe betrieben worden ist, wie in Nordamerika; aber auch wenn die Mehrproduction der Vereinigten Staaten sich gleichbliebe, was undenkbar ist, so würde die ganze oben angenommene ungeheure Kornausfuhr die europäische Bevölkerung doch nur etwa sechs Tage lang, England, Frankreich und die deutschen Bundesstaaten nur zwei Wochen lang mit ihrem täglichen Bedarf versehen können.

Nach den Einfuhrlisten der britischen Häfen beträgt die ganze Kornzufuhr aus Nordamerika in den letzten Jahren nicht mehr als erforderlich war, die Bevölkerung Großbritanniens 5½ Tag lang zu ernähren. Im Jahre 1861 betrug die Weizeneinfuhr 8,900000 Quarter*).

---

*) Vor der Aufhebung der Getreidezölle war die jährliche Ausgabe für den jährlichen Bedarf an Getreide vom Ausland in Großbritannien 5 Mill. Pfund Sterling, nach der Aufhebung derselben stieg sie auf 19 Millionen (Roscher).

Nach dem Vorhergehenden erscheint ein jeder Versuch, die europäische Bevölkerung in der Täuschung zu erhalten in der sie sich in Beziehung auf ihre Zukunft befindet, als ein Verbrechen.

Die steigende Düngernoth, welche kein Landwirth zu leugnen vermag, das immer wachsende Bedürfniß, die den europäischen Feldern mangelnden Pflanzennahrstoffe von außereuropäischen Ländern zuzuführen, ist sicherlich ein unwiderleglicher Beweis ihrer steigenden Verarmung.

Eine Vereinigung von Zufälligkeiten hat die Einwohnerzahl in allen europäischen Staaten in einem dem Productionsvermögen dieser Länder nicht entsprechenden und darum unnatürlichen Verhältnisse gesteigert und auf eine Höhe gehoben, auf der sie sich wenn die gegenwärtige Bewirthschaftung dieselbe bleibt, nur erhalten kann unter zwei Voraussetzungen:

1. Wenn durch ein göttliches Wunder die Felder ihre Ertragsfähigkeit wiedererlangen, welche ihnen der Unverstand und die Unwissenheit genommen hat.

2. Wenn Mist- oder Guanolager entdeckt werden von der Ausdehnung etwa wie die englischen Kohlenfelder.

Kein Verständiger wird die Verwirklichung dieser Voraussetzungen für wahrscheinlich oder möglich halten.

In wenigen Jahren werden die Guanovorräthe erschöpft sein und es werden alsdann keine wissenschaftlichen oder, wenn man will, keine theoretischen Auseinandersetzungen mehr erforderlich sein, um die Existenz des Naturgesetzes zu erweisen, welches den Menschen gebietet, für die Erhaltung der Bedingungen des Lebens Sorge zu tragen, und wie sich die Verletzung dieses Gesetzes rächt. Die Völker werden zu ihrer Selbsterhaltung gezwungen sein, sich ohne Aufhören gegenseitig in grausamen Kriegen zu zerfleischen und zu vertilgen, um das

Gleichgewicht herzustellen, und wenn, was Gott verhüten möge, zwei Jahre wie die Jahre 1816 und 1817 einander folgen, so werden die, welche sie erleben, Hunderttausende auf den Straßen sterben sehen; wenn ein Krieg hinzukommt, so werden die Mütter wie im dreißigjährigen Kriege die Leiber der erschlagenen Feinde nach Hause schleppen, um mit ihrem Fleische den Hunger ihrer Kinder zu stillen*), man wird wie in Schlesien im Jahre 1847 die Leichen der an Krankheiten gestorbenen Thiere aus der Erde graben, um mit dem Aas die Agonie zu verlängern.

Dies sind nicht unbestimmte dunkle Weissagungen, Gebilde einer kranken Phantasie, denn die Wissenschaft prophezeit nicht, aber sie rechnet; nicht das Ob, sondern das Wann ist unbestimmt. Wenn von tausend Goldstücken jeden Tag das Gewicht von einem Stück abgefeilt wird, so ist der Gewichtsunterschied von einem Tage zum andern sehr gering. Dem Münzwardein mit seinen feinen Wagen entgeht er nicht; im gewöhnlichen Verkehr bemerkt ihn anfänglich Niemand; nicht jedem Ducaten feilt man gleichviel ab; vergleicht man nur zwei, so erscheint der Unterschied als etwas Zufälliges. Wenn dieses Abfeilen tausendmal wiederholt war, so bleibt von der großen Summe nichts mehr übrig. In dieser Weise behandelt der moderne Landwirth sein Feld; sein Verfahren ist Selbstbetrug und seine Ansichten von der Natur seines Feldes sind ererbte Lügen. Er füttert die Kuh, die ihm Milch giebt, mit dem Fleisch, was er von ihren Rippen schneidet, und glaubt, daß sie immer Milch geben werde.

---

*) Als in Nördlingen ein Mauerthurm von den Belagerten eingenommen war und die Bürger selbst ihn verbrannten, stürzten sich hungernde Weiber über die halbgebratenen Leichname der Feinde und trugen Stücke derselben für ihre Kinder nach Hause.

Die englische Landwirthschaft kann als Beispiel dienen, um den zerstörenden Eingriff in den Kreislauf des Lebens von Seiten einer hochcivilisirten Nation anschaulich zu machen.

In dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts begann die Einfuhr der Knochen in England und dauert bis heute noch ohne Unterbrechung fort. Die Einfuhr des Guano begann im Jahre 1841; im Jahre 1859 wurden 286,000 Tons (oder 5,720,000 Ctr.) eingeführt; die durchschnittliche Knocheneinfuhr beläuft sich auf 60 bis 70,000 Tons. Ein Pfund Knochen erzeugt in drei Rotationen 10 Pfd. Kornwerth; ein Pfund Guano in einer Rotation von 5 Jahren 5 Pfd. Kornwerth *).

Man kann, ohne einen Fehler zu begehen, annehmen, daß von 1810 bis 1860, das ist in 50 Jahren, an Phosphaten, in Knochen ausgedrückt, in der Form von Getreide, Hülsenfrüchten, Raps- und Leinkuchen, Knochen und Knochenasche, 4 Millionen Tonnen oder 80 Millionen Centner eingeführt worden sind, welche die zehnfache Menge oder 800 Millionen Centner Getreidewerth auf den englischen Feldern hervorgebracht haben, genügend für die Erhaltung von 110 Millionen Menschen.

Nimmt man an, daß von 1845 bis 1860, d. h. in 15 Jahren, die englischen Felder jährlich mit 100,000 Tonnen, im Ganzen mit 15 Millionen Tonnen Guano gedüngt worden wären, so sind damit hervorgebracht worden 7½ Millionen Ton-

---

*) Diese Zahlen sind aus der Praxis genommen und drücken lange nicht den vollen Wirkungswerth des Knochenmehls und Guanos aus. Denn 100 Pfd. Knochenmehl enthalten die Phosphorsäuremenge in 2600 Pfd. Weizenkorn oder 5700 Pfd. Kleeheu oder 17,000 Pfd. Kartoffeln; 100 Pfd. Guano die Phosphorsäuremenge in 1300 Pfd. Weizenkorn, 2850 Pfd. Klee oder 8500 Pfd. Kartoffeln.

nen Getreidewerth oder 150 Millionen Centner, genügend für die Erhaltung von 20 Millionen Menschen.

Es ist ferner klar, daß, wenn die seit 1810 eingeführten Phosphate und die seit 1845 eingeführten Guanobestandtheile ohne allen Verlust im Kreislauf auf den englischen Feldern geblieben wären, so würden damit diese Felder im Jahre 1861 die Hauptbedingungen enthalten haben für die Hervorbringung von Nahrung für 130 Mill. Menschen*).

Dieser Rechnung steht gegenüber die Schrecken erregende Thatsache, daß Großbritannien die für seine 29 Millionen Bewohner jährlich nöthige Nahrung nicht erzeugt und es hat die Einführung der Waterclosets in den meisten Städten Englands die Folge, daß jährlich die Bedingungen zur Wiedererzeugung von Nahrung für $3^1/_2$ Millionen Menschen unwiederbringlich verloren gehen.

*) Wenn jährlich von allen in den Ernten weggeführten Bodenbestandtheilen ein fester aliquoter Theil für immer verloren geht, so ist die fortgesetzte gleichmäßige Einfuhr von Düngstoffen, so lange sie dauern mag, nicht im Stande, die Bodenbeschaffenheit wesentlich zu verbessern, es tritt schon nach einer kurzen Reihe von Jahren ein stationairer Zustand im Boden ein; wenn jährlich die Hälfte der eingeführten Düngerbestandtheile verschwindet, so ist der Zustand so, als ob die Einfuhr jährlich doppelt so viel betragen hätte, als wirklich der Fall ist, und als ob dann von einem Jahre auf das andere alle eingeführten Düngstoffe verloren gingen. Verschwindet jährlich nur ein Drittel, so ist der stationaire Zustand so, als ob die jährliche Einfuhr das Dreifache des wirklichen Betrages ausmache.

Hieraus ergiebt sich, wie viel dem Lande an Düngstoffen erhalten werden kann auch durch kleine Verbesserungen in den Einrichtungen der Kloaken und Latrinen. Führt England jährlich durchschnittlich 200,000 Tonnen Guano und 100,000 Tonnen Knochen ein, und geht hiervon nur ein Drittel verloren, so ist das Verhältniß in etwa 12 Jahren so, als ob jährlich 600,000 Tonnen Guano und 300,000 Tonnen Knochen eingeführt würden, d. h. die Erträge der englischen Felder würden in eben dem Verhältnisse steigen, als ob sie mit der dreifachen Menge dieser Düngmittel gedüngt worden wären.

Die ganze ungeheure Menge von Düngstoffen, welche England jährlich einführt, fließt zum bei weitem größten Theil wieder in den Flüssen dem Meere zu, und die damit erzeugten Producte reichen nicht aus, um den Zuwachs der Bevölkerung zu ernähren.

Das Schlimme ist, daß der nämliche Proceß der Selbstvernichtung in allen europäischen Ländern, wenn auch nicht in dem großen Maßstabe wie in England, statthat. In den großen Städten des Continents wenden die Behörden große Summen jährlich auf, um die Bedingungen zur Wiederherstellung und Erhaltung der Fruchtbarkeit der Felder unerreichbar für den Landwirth zu machen.

In Bayern, einem der reichsten und fruchtbarsten Länder Deutschlands, haben die Mittelerträge der sprüchwörtlich reichen Kornländereien im Donaugebiete jährlich merklich abgenommen, sie sind schon jetzt niedriger, als die Mittelerträge der Kornfrüchte in der Rheinpfalz *).

Um den Zustand, dem der bayerische Feldbau entgegengeht, richtig zu würdigen, genügt es, hier zu erwähnen, daß die che-

*) Der hohe Preis und die Nachfrage steigerten den Tabaksbau in der Rheinpfalz in dem verflossenen Jahrzehent auf eine außergewöhnliche Weise, im Jahre 1853 war ein Achtel, im Jahre 1857, in welchem die Tabaksproduction ihr Maximum erreichte, sogar ein Sechstel der gesammten Fläche des Ackerlandes mit Tabak bestellt; aber wie rasch trat der Rückschlag ein; im Jahre 1858 machten die Tabaksfelder nur ein Achtel, im Jahre 1859 nur ein Neuntel, im Jahre 1860 nur ein Zehntel der Gesammtfläche aus, und während im Jahre 1856 der Mittelertrag pr. Tagewerk 8 bis 15 Ctr. betrug, ist er im Jahre 1860 auf $7^1/_4$ Ctr., um etwas mehr als $^1/_8$, gefallen. Von 1856 bis 1860 wurden in der Pfalz 429,000 Ctr. Tabaksblätter erzeugt und der Boden verlor an 80,000 Ctr. Aschenbestandtheile. Nichts kann gewisser sein, als daß der Tabaksbau in der Pfalz verlöschen wird wie eine Lampe, der das Oel ausgeht, wenn die pfälzischen Landwirthe das Einmaleins und damit gelernt haben werden zu berechnen, zu welchen Schleuderpreisen sie in dem Tabak ihr Feld verkaufen.

mische Fabrik zu Heufeld bei Aibling im vorigen Jahre an 15,000 Ctr. Knochenmehl nach Sachsen gesendet hat, wo man dessen Werth ohne Zweifel besser zu würdigen weiß.

Seit 25 Jahren hat dieser Abfluß von Phosphaten aus Bayern beständig zugenommen, und was die Heufelder Fabrik ausführt, ist nur ein kleiner Bruchtheil der ganzen Ausfuhr. In der Stadt München allein gewinnt man jährlich über 25,000 Ctr. Knochen, welche größtentheils ins Ausland gehen, und ich glaube lange nicht die richtige Zahl zu treffen, wenn ich die jährlich aus Bayern ausgeführte Knochenmenge auf 120,000 Ctr. anschlage. Dies ist keine große Menge, nicht mehr, als was der Kreisdirectionsbezirk Bautzen im Königreich Sachsen in zwei Jahren einführt. (Nach Dr. Lehmann's Angabe.) Aber mit jedem Centner Knochenmehl wird den bayerischen Feldern eine Hauptbedingung zur Wiedererzeugung von 2600 Pfd. Weizenkorn oder Getreidewerth entzogen, und es entspricht demnach die jährliche Knochenausfuhr einem Mangel in einem künftigen Jahre von 3 Millionen Ctr. Korn. Was aber dem Lande in den Knochen entzogen wird, ist wieder nur ein kleiner Bruchtheil von dem, was in den Städten durch die sträfliche Fahrlässigkeit der Behörden und Gleichgültigkeit der Bewohner dem Feldbau verloren geht. In Bayern hat sich seit Jahrhunderten, vorzüglich durch die Getreideausfuhr, ein beträchtlicher Reichthum angesammelt, und was das Land an Silber- und anderen Werthen gewann, hat es an Bodenwerth naturgesetzlich verloren. Es wird behauptet, daß Bayern noch jetzt mehr als 34½ Millionen Ctr. Getreidewerth (den Bedarf seiner Bevölkerung) erzeugt; genaue Erhebungen dürften aber ergeben, daß der Ueberschuß nicht von Belang ist, keinenfalls kann diese Mehrproduction von Dauer sein; sowie die Gränze erreicht ist, muß der Abfluß des angesammelten Reichthums be-

ginnen. Die Erhaltung des Wohlstandes in einem Lande hängt wesentlich davon ab, daß die Quelle desselben nicht versiegt, und es hat Bayern als Ackerbau treibendes Land vor allen anderen deutschen Ländern das dringendste Bedürfniß, daß die Fruchtbarkeit seiner Felder erhalten bleibe, was natürlich nur geschehen kann, wenn die Bedingungen derselben nicht mißachtet und nutzlos vergeudet werden. Die größte Gefahr in diesen Dingen ist, auf die Meinungen der Landwirthe zu achten, von denen unter Tausenden kaum Einer seinen Boden kennt und Rechenschaft zu geben vermag über seinen Betrieb*).

Keiner weiß, wie groß der Vorrath an Pflanzennährstoffen im Boden ist, und nur der Thor glaubt, daß er unerschöpflich sei. Wie viel er hat, weiß Keiner, wie viel er ausgiebt, kann ein Jeder wissen. Nicht darauf kommt es an, daß wir dem Felde mehr abquälen, sondern daß wir lernen gut hauszuhalten. Ein Knabe kann berechnen, wie viel einem Felde in 100 Jahren an Ertragsvermögen bleibt, wenn wir jährlich auch nur ½ Proc. davon nehmen; aber die Zufuhr dieses halben Procentes jährlich macht, daß es hundert Jahre und auf ewige Zeiten hinaus die nämlichen hohen Kornernten liefert.

Denkt man sich, daß in Bayern jährlich nur ¼ von den Bedingungen zur Erzeugung der für seine Bewohner nöthigen jährlichen Kornvorräthe verloren geht, so macht dies in 100 Jahren 860 Millionen Centner Kornwerth aus. Kein Land ist so reich, um nach einer gewissen Zeit die vergeudeten Lebensbedingungen zurückzukaufen, und wäre es reich genug, so ist kein Markt in der Welt, auf dem man sie kaufen könnte.

*) Wie kann der weise werden, der den Pflug führt und deß Ruhm der Stachelstecken ist, womit er Ochsen treibt und mit ihren Werken umgeht und weiß nichts, denn von Ochsen zu reden? Er muß denken wie er ackern soll und muß spät und früh den Kühen Futter geben. (Jes. Sirach. Cap. 39 V. 26 u. 27.)

Gegen die chronische Krankheit, welche die europäischen Bevölkerungen zerstört, ist die Anwendung der richtigen Heilmittel um so schwieriger, weil der Kranke nicht an seine Krankheit glaubt. Die Bevölkerungen sind in der Lage eines Schwindsüchtigen, dessen Spiegel ihm ein Bild der Gesundheit reflectirt, der selbst seine Leiden auf das Günstigste auslegt und nur über ein wenig Müdigkeit klagt. So klagt der Landwirth nur über ein wenig Müdigkeit seines Feldes, im Uebrigen fehle ihm nichts. Der Schwindsüchtige meint, ein wenig Wein könnte ihm die Kräfte wiedergeben, den sein Arzt ihm nicht erlaubt, weil er die Entwickelung seiner Krankheit befördert; so meint denn auch der Landwirth, ein wenig Guano werden seinem Felde gutthun und er beschleunigt damit nur dessen Erschöpfung. Es dauert Jahre, ehe ein zahlungsunfähiger schlechter Haushalter seinen Bankerott erklärt; erst wenn er alle seine Freunde und Verwandte arm gemacht hat und sein letzter silberner Löffel im Pfandhause ist, dann erst giebt er die täuschende Hoffnung einer Rettung auf.

So ist denn das Herabkommen der Völker bis zu dem Zustand einer stationairen Verarmung und Entvölkerung ein langsamer, Jahrhunderte dauernder Proceß, aber der Tag ist verzeichnet, wo in allen europäischen Ländern die Kinder bewußt werden, daß sie die Sünden ihrer Väter büßen müssen.

Kein Volk und keine Nation auf der Erde hat sich erhalten, welche die Bedingungen ihres Fortbestehens und ihrer Vermehrung nicht zu erhalten wußten, und alle Länder und Gegenden der Erde, in welchen die Felder durch die Hand des Menschen die Bedingungen der Wiederkehr der Ernten nicht zurückempfingen, sehen wir von der Periode der dichtesten Bevölkerung an der Verödung und Unfruchtbarkeit verfallen. Die Hoffnung, womit sich Mancher tröstet, daß ein Feld in Griechenland, Irland,

Spanien oder Italien, von dem man weiß, daß es einst hohe Getreideernten lieferte, die es nicht mehr giebt, jemals auch bei dem besten Anbau wieder dauernd fruchtbar werden könnte, ist völlig eitel. Die Auswanderung aus Irland wird noch ein Jahrhundert lang fortdauern, und nie wird die Bevölkerung von Spanien oder Griechenland eine gewisse sehr enge Gränze wieder überschreiten können.

Großbritannien raubt allen Ländern die Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit, es hat die Schlachtfelder von Leipzig, Waterloo und der Krim bereits nach Knochen umgewühlt und die in den Katakomben Siciliens angehäuften Gebeine vieler Generationen verbraucht, und zerstört jährlich noch die Wiederkehr einer künftigen Generation von drei und einer halben Million Menschen; einem Vampyr gleich hängt es an dem Nacken Europas, man kann sagen der Welt, und saugt ihr das Herzblut aus, ohne zwingenden Grund und ohne dauernden Nutzen für sich.

Es ist unmöglich, sich zu denken, daß solch ein sündhafter Eingriff in die göttliche Weltordnung ohne Strafe bleibe, und die Zeit wird für England noch früher vielleicht wie für andere Länder kommen, wo es mit allen seinen Reichthümern an Gold, an Eisen und Steinkohlen nicht den tausendsten Theil von den Lebensbedingungen wird zurückkaufen können, die es seit Jahrhunderten so frevelhaft vergeudet hat.

Ich weiß wohl, daß beinahe Alle, welche Feldbau treiben, den Glauben hegen, daß ihr Verfahren das Rechte sei und daß ihre Felder nie aufhören werden, Früchte zu tragen, und dies hat denn in den Bevölkerungen die vollkommenste Sorglosigkeit und Gleichgültigkeit über ihre Zukunft verbreitet, insoweit diese von dem Feldbau abhängig ist; so mag es denn bei allen Völkern gewesen sein, welche durch ihr eigenes Thun ihren Untergang verschuldet haben, und keine Staatsweisheit

wird die europäischen Staaten vor diesem Ende schützen, wenn die Regierungen und Bevölkerungen den Merkzeichen der Verarmung der Felder, den ernsten Mahnungen der Geschichte und Wissenschaft die gebührende Aufmerksamkeit nicht schenken.

Die Nationalökonomie und die Landwirthschaft.

In seinem unsterblichen Werke über die Quellen des Volkswohlstandes sagt Adam Smith (deutsche Ausgabe von Asher S. 169): Alles was die Fruchtbarkeit eines Landes in der Hervorbringung von Nahrung erhöht, das erhöht nicht nur den Werth des Bodens, auf welchem die Verbesserung verwendet wird, sondern zugleich den anderer Ländereien durch die Hervorrufung eines neuen Begehrs für ihre Erzeugnisse. Der Ueberfluß an Nahrungsmitteln, der in Folge der Bodenverbesserung vielen Leuten über ihren Bedarf hinaus zur Verfügung steht, ist die große Ursache des Begehrs nach edlen Metallen und Edelsteinen, als nach allen anderen Gegenständen der Bequemlichkeit und Zierde in Wohnung, Kleidung, Hausgeräth und Equipage."

„Nahrungsmittel bilden nicht nur den vornehmsten Theil des Reichthums dieser Welt, sondern es ist der Ueberfluß an Nahrungsmitteln, welcher vielen anderen Gütern ihren hauptsächlichsten Werth verleiht."

„Die Bevölkerung eines Landes richtet sich nicht nach der Menschenzahl, welche es mit Kleidung und Wohnung, sondern nach derjenigen, welche es mit Nahrung versehen kann. Ist letztere vorhanden, dann ist es auch leicht, erstere anzuschaffen" (S. 158).

„Und wenn menschliche Einrichtungen nicht störend in den natürlichen Lauf der Dinge eingegriffen hätten, so würden in jeder bürgerlichen Gesellschaft die Entwickelung des Reichthums und das Wachsthum der Städte aus der Verbesserung des Landbaues, und in gleichem Schritte wie dieser hervorgegangen sein" (S. 373).

„Durch Kriege und Revolutionen vertrocknen die Quellen des Reichthums, der lediglich aus dem Handel entspringt. Derjenige dagegen, der aus dem festeren Grund der Bodencultur hervorgeht, ist weit dauerhafter." (I, S. 409).

Wenn ich diese Anschauungen Ad. Smith's über den Ackerbau, als die Quelle des Reichthums der Länder und des Gedeihens und der Vermehrung der Bevölkerungen, hier anführe, so geschieht es nicht, weil sie etwas Neues enthalten, was man seit Jahrtausenden nicht gekannt hätte, sondern weil er zuerst in seinem Werke diese Wahrheiten zum Bewußtsein gebracht und bewiesen hat. Es ist um so mehr zu verwundern, daß die Wissenschaft der Nationalökonomie, welche Ad. Smith geschaffen hat, seit beinahe einem Jahrhundert den näheren Untersuchungen über die Natur, Ergiebigkeit und Dauer dieser Quelle kaum irgend eine Beachtung geschenkt und als etwas ihr nicht Zugehöriges und Fremdes von sich ab und anderen Wissenschaften zugeschoben hat, während sie doch ihre eigenste Grundlage ist und alle Gesetze des socialen Lebens von ihr abhängig sind.

Da die Mittel, welche zur Erhaltung des Lebens der Menschen dienen, die ihnen zukommenden Wirkungen in der Ernährung nur insofern hervorbringen, als sie zerstört werden, so ist die Dauer des Lebens einer Anzahl von Individuen abhängig von der steten Wiedererzeugung und ihre Vermehrung von der steigenden Zunahme dieser Lebensbedingungen. Die

Nationalökonomie nimmt gleichsam als selbstverständlich an, daß ein Feld, welches Früchte geliefert hat, in seiner ursprünglichen Beschaffenheit durch die Arbeit des Menschen und ein gewisses Betriebsverfahren stets und ohne Aufhören wiederherstellbar sei und daß also, wenn der Boden eine Wirkung hervorgebracht (Früchte erzeugt) habe, kein Theil desselben verbraucht werde.

„Gut angebauter Boden," meint Ad. Smith, „stehe im Verhältniß zur Düngermenge, welche im größten Theil eines ausgedehnten Landes das Gut selbst liefere, und diese hänge von der Größe des Viehstandes ab."

Zu Ad. Smith's Zeit hatte man keine oder nur eine unbestimmte Vorstellung von dem Grund der Fruchtbarkeit der Felder und es beherrschte damals, sowie Jahrhunderte vorher, die Meinung, daß der arbeitende Mensch die Erträge seines Feldes durch seine Arbeit und Geschicklichkeit erzeuge, den Geist der meisten Menschen. „In dem Weinberg liege ein Schatz vergraben, der durch Umwühlen gehoben werden könne." Der Metallurg des vorigen Jahrhunderts glaubte, daß seine Geschicklichkeit aus dem Blei- und Eisenerz Blei und Eisen erzeuge, und daß es ein Verfahren gäbe, Silber oder Gold aus dem Blei zu machen. Der Physiologe glaubte, daß in dem Lebensproceß der Pflanzen und Thiere Eisen, Kalk und Phosphor erzeugt werde und daß der Magen das geheimnißvolle Vermögen habe, Disteln, Kräuter, Heu und Körner in Fleisch und Blut zu verwandeln, das Stärkemehl hieß Kraftmehl, die Fleischbrühe Kraftbrühe, beide galten als vortreffliche Nahrungsmittel.

Der Mechaniker glaubte, daß die Kraft aus Nichts entstehe und daß durch eine geschickte Zusammenfügung von Hebeln und Räderwerk eine Maschine herstellbar sei, welche immer arbeiten könne.

„Die Zeugungskraft der Erde bringe die Feldfrüchte hervor," so sagt Ad. Smith „und das Besäen und Pflügen des Bodens diene mehr zu ihrer Leitung als Verstärkung, und es lasse sich die Rente eines Grundbesitzers als der Ertrag jener Naturkräfte betrachten, deren Benutzung er dem Pachter überlasse;" dem Sinne nach etwa wie der Besitzer eines Wasserfalls dessen Benutzung einem Müller gegen eine jährliche Abgabe überläßt.

Die wahren Grundsätze der Beobachtung und Forschung waren so wenig erkannt und in Uebung, daß man bei Allem was man wahrnahm und nicht erklären konnte, annahm, es sei von selbst entstanden. Noch im Anfange dieses Jahrhunderts war die Meinung selbst unter den Gelehrten noch sehr verbreitet, daß die Erde keinen Theil an der Erzeugung der Pflanzen habe.

Der deutsche Uebersetzer von de Saussure's Untersuchungen über die Vegetation, Dr. Voigt, sagt im Jahre 1804 im Anhange dieses Buches (S. 187): „Ich glaube meine Leser genugsam von der Unhaltbarkeit der Behauptungen (de Saussure's) überzeugt zu haben, die da angeben, daß die jedesmaligen Bestandtheile eines Gewächses regelmäßig so aus der Erde aufgenommen und auch bei der chemischen Analyse nicht anders dargestellt wurden, wie sie in der Pflanze enthalten sind." Dr. Voigt nimmt als entschieden an, daß das Kali, der Kalk in den Pflanzenaschen durch den chemischen Proceß der Verbrennung erzeugt seien und er erhebt sich sogar zur folgenden Hypothese über den Ursprung dieser Stoffe: „Ich bin geneigt (sagt er S. 62) mit Trommsdorf anzunehmen, daß der sogenannte Stickstoff bei dem Einäscherungsproceß eine wichtige Rolle spielt und vielleicht zur Bildung des Kalks und vorzüglich der Alkalien rc. wesentlich mit beiträgt." Man

muß diese Ideen, die uns jetzt vorkommen, wie wenn sie ein Jahrtausend hinter uns lägen, wohl im Auge behalten, um zu begreifen, wie unmöglich unter ihrer Herrschaft ein wahrer Fortschritt in dem Feldbau war, den man in allen Mitteln sah, durch welche dem Boden höhere Ernten abgewonnen werden konnten.

In Folge der Entwickelung der Naturwissenschaften haben sich diese Vorstellungen auf das Allergründlichste geändert.

Der Metallurg in unserer Zeit weiß, daß sein Bleierz alles Blei, Silber und Gold, welches er daraus zu gewinnen vermag, bereits enthalte und daß seine Kunst nicht erzeuge, sondern scheide.

Der Arzt glaubt nicht mehr an Heilkräfte in den Arzneimitteln, an Mittel, welche kühlen oder stärken, an Salben, welche Wunden heilen.

Der Physiologe weiß, daß der Hauptbestandtheil des Blutes in den Disteln so gut wie in den Kräutern und Körnern, bereits fertig gebildet vorhanden ist und daß der Magen nichts erzeugt, sondern einfach umformt und sondert.

Der Mechaniker weiß, daß die Maschine keine Kraft erzeugt, sondern an Arbeit nur ausgiebt, was ihr an Kraft geliehen worden ist.

In gleicher Weise wissen wir jetzt, daß der Boden in eben dem Verhältnisse verbraucht wird, als er Feldfrüchte geliefert hat, die der Mensch zu seinen Lebenszwecken verwendet.

Während der Handwerker nach einem Muster, der Künstler nach einer Idee arbeitet, unterordnet sich die Arbeit des Landwirths der Vorschrift von Naturgesetzen und seine Aufgabe ist darin der des chemischen Fabrikanten ganz gleich, daß er die wirkenden Dinge in die günstigsten Verhältnisse zu bringen sucht, in welchen sich die von ihm zu erzielenden Producte ohne sein weiteres Zuthun erzeugen.

Kein Mensch ist im Stande, Soda oder Seife zu erzeu-

gen; diese Producte werden durch die chemischen Kräfte hervorgebracht und da diese nur in nächster Nähe wirken, so besteht die Arbeit des Fabrikanten darin, daß er die Elemente in geeignetster Form zusammenbringt, wozu er mechanische Mittel oder die Wärme seiner Schmelz- oder anderer Oefen benutzt; er beseitigt damit die Widerstände, welche die Aeußerung der chemischen Kräfte hindern.

In gleicher Weise kann der Landwirth keine Feldfrüchte erzeugen, sondern seine Arbeit macht nur, daß unter dem Einflusse des Sonnenlichtes und der Wärme, vermöge einer eigenthümlichen Thätigkeit, welche in dem Samen ruht, gewisse Bestandtheile der Luft, des Wassers und des Bodens auf einander wirken, so daß aus dem Keim der Pflanzenleib entsteht; er muß bei allen seinen Handlungen beachten, daß die Pflanze ein lebendiges Wesen ist, welches Licht, Luft und Raum bedarf, um auf- und abwärts seine arbeitenden Werkzeuge zu entfalten; er muß alle Schädlichkeiten und Hindernisse beseitigen, welche die Thätigkeit der Pflanze beeinträchtigen, und dafür sorgen, daß es dem Boden an dem nöthigen Materiale, zum Aufbau seiner sehr zusammengesetzten Maschine, welches die Pflanze für ihn ist, nicht fehle, damit sie recht viel Producte für ihn schaffe und erzeuge.

Wenn der Boden dieses Material nicht enthält, so ist die Arbeit wirkungslos, denn an sich macht sie den Acker nicht fruchtbar. Der Boden ist die Quelle aller Güter und Werthe, welche der Mensch zu seinen Lebensbedürfnissen verwendet, und es läßt sich der Reichthum, welcher einem Lande durch den Feldbau zuwächst, hiernach auf gewisse Bestandtheile desselben zurückführen, durch welche die Erzeugung der landwirthschaftlichen Producte vermittelt wird.

In zwei gleich großen Staaten wird unter gleichen Ver-

hältnissen die Bevölkerung und die Anhäufung von Menschen im Verhältnisse stehen zu dem Gehalte ihres Bodens an diesen Stoffen.

Die Verzehrer der Feldfrüchte, des Korns und Fleisches verbrauchen und zerstören zur Erhaltung ihrer Lebensfunctionen nur diejenigen Elemente der Nahrung, welche die Pflanzen aus der Luft empfangen, und es besteht in der Natur die Einrichtung, daß die Stoffe, welche der Boden an die Pflanzen abgiebt und welche der Mensch und die Thiere in ihrer Nahrung verzehren, unzerstörlich sind; sie treten bis auf einen sehr kleinen Bruchtheil in der Form von Producten des Stoffwechsels aus dem Körper wieder aus und behalten immer und unausgesetzt ihr Vermögen, das nämliche Quantum von Nahrung wieder zu erzeugen, wenn sie dem Felde zurückgegeben werden. Für das Individuum, welches sie in der Nahrung verzehrt hat, werden diese Stoffe, nachdem sie aus dem Körper wieder ausgetreten sind, vollkommen werthlos und gewisse Schädlichkeiten, die sie alsdann verbreiten (in Folge von Fäulniß und Verwesungsprocessen), zwingen die Menschen, sie aus der Nähe ihrer Wohnungen zu entfernen.

Es ist hiernach klar, daß die Erhaltung des Reichthums in einem Lande wesentlich davon abhängig ist, daß die ganze Summe der wirkenden Stoffe dem Boden erhalten bleibt.

Mit einem jeden Scheffel Korn nimmt der Landwirth seinem Felde die Bedingungen zur Hervorbringung eines gleichen Scheffels Korn, und ein Land, welches jährlich eine Million Scheffel Korn ausführt, verliert damit in einer künftigen Zeit das Vermögen, einen gleichen Kornwerth zum Unterhalt seiner Bewohner hervorzubringen; gegen gewisse Bodenwerthe tauscht das Korn ausführende Land andere Werthe ein (Gold und Silber), welche kein menschliches Bedürfniß befrie-

digen und giebt für diese sein Vermögen hin, Reichthum in einer künftigen Zeit zu erzeugen und ohne Aufhören anzuhäufen.

Es folgt hieraus von selbst, daß ein jedes Land durch dauernde Kornausfuhr sowohl wie dadurch verarmen muß, wenn die Bevölkerungen die in den Städten sich anhäufenden Producte des Stoffwechsels nutzlos verloren gehen lassen. Der Verlust, den eine Stadt dem Lande durch die Vergeudung der Bodenbestandtheile von einer Million Scheffel Korn oder Kornwerthen zufügt, ist ganz gleich dem Verlust, den das Land durch die Ausfuhr von einer Million Scheffel Korn in ein fremdes Land erleidet.

Es ist ferner einleuchtend, daß für ein jedes Land, welches eine Reihe von Jahren hindurch Korn ausgeführt hat, oder in welchem nicht Einrichtungen bestehen, welche dem Landwirthe es möglich machen, die ihm zur Fortdauer seiner Industrie nothwendigen Stoffe wieder zu erlangen, eine Zeit kommen muß, wo die Kornausfuhr aufhört, und wo allmälig das Bedürfniß der steigenden Bevölkerung sie zwingt, wenn sie sonst keine Werthe erzeugt, mit denen sich Korn oder Kornwerthe eintauschen lassen, den angesammelten Reichthum an Gold und Silber hinzugeben, um dafür Korn und Kornwerthe, oder die vergeudeten Bedingungen der Fruchtbarkeit der Felder, in der Form von Dünger und Düngstoffen wieder anzukaufen. Die Korneinfuhr ist kein sicheres Zeichen der Unfruchtbarkeit eines Landes, die Düngereinfuhr hingegen stets ein Beweis, daß das Ertragsvermögen der Felder abgenommen hat.

Es gehört keine besondere Auseinandersetzung dazu, um einleuchtend zu machen, daß die Bearbeitung der Felder, auch durch die vollkommensten mechanischen Mittel nicht ausreicht,

um den Acker ertragsfähig zu erhalten; nach einer Reihe von Jahren fallen die Ernten auch auf den fruchtbarsten Feldern und sie können nur durch Düngung wieder hergestellt werden; die Verbesserung der physikalischen Beschaffenheit und die Drainirung der Felder verstärken die Wirkung seines Stallmistes, das heißt er erzielt auf einem drainirten Felde mit derselben Mistmenge höhere Ernten, oder mit weniger Mist eine Zeitlang ebenso hohe Ernten wie vorher. Diesen Wahrnehmungen gemäß bezeichnet der Landwirth die Fruchtwechsel- oder Stallmistwirthschaft, sowie die Drainirung der Felder als Fortschritte des Feldbaues, was sie für sich betrachtet nicht sind*).

Daß die Arbeit an sich den Boden nach und nach immer ärmer machen und zuletzt erschöpfen muß, sieht ein Jeder ein, man weiß, daß man damit dem Felde nichts giebt, sondern in den Ernten immer nimmt; daß aber die Düngung mit selbsterzeugtem Stallmist und die Drainirung Aequivalente der mechanischen Bearbeitung sind, ist nicht so leicht verständlich.

Um dies einzusehen muß man ins Auge fassen, was man durch die mechanische Arbeit bezweckt; abgesehen von der gleichförmigen Mischung der Erdtheile, welche Nährstoffe an die Pflanzen der vorangegangenen Ernte abgegeben haben und ärmer daran geworden sind, mit anderen, die ihren vollen Gehalt noch besitzen, macht die Bearbeitung, daß Theile von Nährstoffen verbreitbar im Boden und aufnahmsfähig von den Wurzeln der nachfolgenden Pflanzen gemacht werden, die es vorher nicht waren; dies geschieht durch die chemische Wirkung der Atmosphäre und des Wassers, nicht durch den Pflug

*) In dieser und den folgenden Auseinandersetzungen sind selbstverständlich Felder verstanden, welche die Bedingungen enthalten, welche bewirken, daß ein Feld durch Bearbeitung, Drainirung und Brache an Ertragsvermögen zunimmt.

und die Egge, diese Werkzeuge machen nur, daß Luft und Erdtheile in Berührung mit einander kommen. Es gehört eine gewisse Dauer der Einwirkung der Atmosphäre oder Zeit dazu, um eine gegebene Menge Nährstoffe im Boden in den Zustand der Verbreitbarkeit und Aufnahmsfähigkeit überzuführen; durch eine weiter getriebene Pulverisirung und häufigeres Pflügen wird der Luftwechsel im Innern der porösen Erdtheile befördert, und die Oberfläche der Erdtheile, auf welche die Luft einwirken soll, vergrößert und erneuert, aber es ist leicht verständlich, daß die Mehrerträge des Feldes nicht proportional der auf das Feld verwendeten Arbeit sein können, sondern daß sie in einem weit kleineren Verhältnisse steigen*).

Die doppelte Arbeit kann nicht machen, daß eine doppelte Anzahl von Theilen der Nährstoffe aufnahmsfähig werden, welche die einfache Arbeit in einer gegebenen Zeit wirksam macht; die Quantität dieser Stoffe ist nicht in allen Feldern gleich groß und auch in denen, in welchen sich ein genügender Vorrath befindet, ist der Uebergang derselben in den wirkungsfähigen Zustand nicht unmittelbar von der Arbeit, sondern von äußeren Agentien abhängig, die wie die Luft in ihrem Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt begrenzt sind und welche ihrer Quantität nach in eben dem Verhältnisse wie die Arbeit vermehrt werden müßten, wenn diese letztere einen proportionellen Nutzeffect hervorbringen sollte. Die Mehrerträge, welche viele Felder durch die Bearbeitung liefern, stehen darum eher im Verhältnisse zur Arbeit, wenn die Dauer der Einwirkung

*) Dieses Gesetz ist von John Stuart Mill zuerst in seinen Principles of Political Economy Vol. I, p. 17 in folgender Weise ausgesprochen: „That the produce of land increases ceteris paribus in a diminishing ratio to the increase of the labours employed is the universal law of agricultural industry: merkwürdig genug, da ihm dessen Grund unbekannt war.

der Atmosphäre und des Wassers auf die Erdtheile verlängert wird. Der Landwirth weiß, wenn er seiner Arbeit Zeit zusetzt, daß es ihm in der Regel gelingt, Mehrerträge zu erzielen, welche proportional seiner Arbeit, oft noch höher sind. Auf diesen naturgesetzlichen Beziehungen der Atmosphäre und des Wassers zu dem Boden und dessen Bearbeitung beruht die Brache.

Wenn ein bestimmtes Maß von Arbeit demnach macht, daß ein gegebenes Feld in einem Jahre eine größere Menge von Nährstoffen an die darauf wachsenden Pflanzen abgiebt als ohne die Arbeit, und es dem Landwirth gelingt, die Wirkungen der Atmosphäre auf das Feld in eben dem Verhältnisse zu steigern als seine Arbeit, so wird eine weitere Erhöhung der Erträge die Folge sein und unter sonst gleichen Umständen im Verhältniß zu dem Grade stehen, in welchem er beide, Arbeit und Atmosphäre, auf sein Feld wirken läßt. Man wird jetzt leicht den Einfluß der Drainirung auf das Steigen der Erträge der Felder verstehen.

Das im Boden stehende oder bewegliche Wasser schließt die Berührung der Luft mit den tieferen Erdschichten ab und hindert die nützliche Wirkung derselben auf die Erdtheilchen. Die Drainirung bewirkt nicht nur den Abfluß dieses Wassers und macht die Erdmasse der Luft von oben nach abwärts zugänglich, sondern was viel wichtiger ist, sie gestattet die Herstellung einer schwachen aber dauernden Luftcirculation in allen Erdschichten von den Röhren aufwärts.

Da wie bemerkt das Pflügen des Feldes außer der Mischung der Erdtheile den Zweck hat, Luft und Erde mit einander in Berührung zu bringen, und durch das Legen eines unterirdischen Röhrensystems die Wirkung der Luft auf die Erdtheile der Zeit nach verstärkt wird, d. h. da im Innern eines drainirten Feldes eine sehr viel größere Anzahl von Luft-

theilchen mit Erdtheilchen in einer gegebenen Zeit mit einander in Wechselwirkung kommen, so versteht man, daß ein drainirtes Feld in einer kürzeren Zeit die nämliche günstige Beschaffenheit für den Pflanzenwuchs wieder empfängt, als wie ein nicht drainirtes in der Brache. Der Pflug bringt die Erdtheilchen in Bewegung und vermehrt ihre Berührung mit den Lufttheilchen; die Drainirung bewirkt eine Bewegung der Lufttheilchen und vermehrt ihre Berührung mit den Erdtheilchen, so zwar, daß die mechanische Arbeit und Drainirung im Enderfolg eine und dieselbe Wirkung auf das Feld besitzen, beide verstärken die Wirkung der Atmosphäre auf das Feld.

Ein drainirtes Feld giebt bei gleicher Bearbeitung und unter sonst gleichen Verhältnissen mehr Nährstoffe an die darauf wachsenden Pflanzen ab, als ein nicht drainirtes.

Die Stallmistwirthschaft, welche auf der Düngung mit dem auf dem Gute selbst erzeugten Stallmiste beruht, ist wie oben bemerkt nur eine eigene Form von Arbeit.

Wenn dem Landwirthe neben der Drainirung mechanische Wege und Mittel zu Gebote ständen, um die in seinem Acker ungleich vertheilten und zerstreuten Pflanzennährstoffe zu sammeln, in die Höhe zu heben und in der Ackerkrume anzuhäufen, so würde er nicht zweifelhaft sein, daß dies durch seine Arbeit geschieht. Durch den Anbau der Futtergewächse bezweckt der Landwirth in der Regel nichts anderes; vermittelst ihrer in die Erde tief eindringenden, vielverzweigten Wurzeln nehmen sie die in dem Untergrund zerstreuten Nährstoffe auf, ein großer Theil davon häuft sich in den Blättern und Stengeln des Klees oder den Wurzelstöcken der Rüben an, und dieser dient sodann in letzter Form als Mist die Ackerkrume reicher daran zu machen.

Durch die Einverleibung der organischen Bestandtheile des

Stallmistes im Boden entsteht in Folge der Verwesung derselben in der Erde selbst, eine andauernde Bildung von Kohlensäure, welche an der Verwitterung, Auflösung und Diffusion der Nährstoffe im Boden den mächtigsten Antheil nimmt, und es werden dadurch die Wirkungen des Pflugs und der Atmosphäre verstärkt und beschleunigt.

Von zwei gleichen Stücken eines Feldes liefert das eine, dessen Ackerkrume durch Düngung mit Stallmist auf Kosten seiner tieferen Schichten bereichert worden ist, einen höhern Ertrag als das andere, an allen Früchten, die ihre Nahrung vorzugsweise den oberen Schichten des Bodens entziehen, und von zwei gleichen mit gleichviel Stallmist gedüngten Feldern, von denen das eine drainirt ist, das andere hingegen nicht, liefert das erstere einen höhern Ertrag als das andere, weil durch den Luftwechsel im drainirten Felde die Kohlensäurebildung erneuert und ihre Wirkung vervielfacht wird; dem in beiden Fällen gewonnenen höhern Ernteertrag entspricht selbstverständlich ein größerer Verlust an Nährstoffen im Felde, und alle diese Mittel helfen dem Landwirth nur dazu, einen größeren Bruchtheil von der im Boden vorhandenen Summe hinwegzunehmen; da man aber nicht mehr davon in der Form von Feldfrüchten nehmen kann, als dem vorhandenen Vorrathe entspricht und dessen Quantität begränzt ist, so versteht man, daß die Steigerung der Erträge, welche durch die Bearbeitung des Bodens erzielt wird, wozu hier die Drainirung und der Stallmistbetrieb gerechnet werden müssen, naturgemäß keine Dauer haben kann. Die höheren Ernten sind nicht dadurch bedingt, daß das Feld an Nährstoffen reicher wurde, sondern sie beruhten auf der Kunst, es früher ärmer daran zu machen.

Das Steigen der Erträge in den verschiedenen Ländern seit der Einführung der Stallmistwirthschaft und der Draini-

rung ist demnach kein sicheres Zeichen eines Fortschritts; der Fortschritt in einem Gewerbe oder Industriezweig hängt wesentlich ab von dem Erwerbe richtigerer Ideen, denn diese bedingen zunächst die Oekonomie der zur Hervorbringung der Producte nöthigen Kräfte (Arbeit und Capital). „Nicht der Gewerbfleiß, sondern Sparsamkeit ist die Ursache der Vermehrung der Capitalien" (Ad. Smith I, S. 330); richtig ist, daß diese Verbesserungen einem Landwirth eine Anzahl von Jahren hindurch eine weit größere Einnahme verschaffen, allein was er gewinnt, erkauft er mit der Erschöpfung seines Feldes. Die Bevölkerung hat nur einen vorübergehenden Nutzen davon, denn was ihr an Nahrungsmitteln in einer gegebenen Zeit mehr dargeboten wird, geht ihr in einer künftigen wieder ab; auf Jahre des Ueberflusses müssen naturgesetzlich Jahre des dauernden Mangels folgen.

Der landwirthschaftliche Betrieb ist seiner Grundlage nach in keiner Weise verschieden von einem gewöhnlichen industriellen Betriebe. Der Fabrikant und Manufacturist weiß, daß sein Anlage- und Betriebs-Capital dauernd nicht abnehmen darf, wenn sein Geschäft nicht ein Ende nehmen soll, und so setzt der vernünftige landwirthschaftliche Betrieb voraus, daß der Landwirth die Summe der wirkenden Dinge im Boden, mit welchen er seine Producte erzeugt, wenn er höhere Ernten haben will, vermehren müsse.

Der Landwirth kann seinen Betrieb und die Höhe seiner Erträge nur dadurch dauernd machen und sichern, wenn er in der Form von Düngstoffen seinem Felde ersetzt, was er ihm in den Feldfrüchten genommen hat.

In Deutschland wird von einigen Lehrern der praktischen Landwirthschaft die Ansicht verbreitet und vertheidigt, daß wie das Verhalten der Felder in der Brache zeige, durch die Ver-

witterung im Boden, der Summe der bereits darin vorhandenen wirksamen Nährstoffe jährlich eine gewisse Menge zuwachse, für deren Ersatz man darum nicht zu sorgen habe, und die man verlieren dürfe; das Feld bleibe immer gleich reich an den wirksamen Stoffen, da das Ausgeführte von der Natur ersetzt werde.

Diese Meinung ließe sich vielleicht rechtfertigen und man könnte, wenn die Anzahl der Individuen in einem Lande nicht zunähme, den Wiederersatz der in den Ernten den Feldern entzogenen Stoffe, bis auf den Zeitpunkt hinaus verschieben, wo der Zuwachs an assimilirbaren Nährstoffen im Boden durch Brachliegen nicht mehr statthat.

Dies ist natürlich nur eine leichtfertige Beschönigung der Raubwirthschaft, welche den Nachkommen eine Pflicht zuschiebt, die man selbst aus Mangel an Kenntnissen nicht zu erfüllen weiß, oder aus Bequemlichkeit nicht üben will.

Die weiseste Einrichtung hat den Nährstoffen der Gewächse in der Erde eine solche Form gegeben, daß sie nur ganz allmälig und langsam und nur durch die Arbeit des Menschen aufnahmsfähig für die Pflanzen werden. Wäre die ganze Summe derselben im Boden, von Anfang an geeignet zur Ernährung gewesen, so würden sich Menschen und Thiere in's Ungemessene vermehrt haben, und die Geschichte der Menschheit hätte nur eine kurze Dauer gehabt; eben darin, daß der Mensch mit all' seiner Macht die Erde ihrer Fruchtbarkeit in der kürzesten Zeit, wie er in seiner Thorheit gern möchte, nicht berauben kann, liegt das Geheimniß der Fortdauer der Generationen!

Was durch den Verwitterungsproceß an Nährstoffen jährlich wirksam wird und der vorhandenen Menge im Boden zuwächst, ist für den Zuwachs der Bevölkerungen bestimmt, und es ist ge-

radezu die Verletzung eines der weisesten Naturgesetze, wenn die gegenwärtige Generation glaubt, ein Anrecht auf deren Zerstörung zu besitzen.

Was im Umlaufe ist gehört der Gegenwart an und ist für sie bestimmt; was der Boden in seinem Schoße birgt ist ihr Vermögen nicht, denn dies gehört den künftigen Geschlechtern *).

Der Wissenschaft gegenüber — welche zu bestimmen weiß, bis zu welcher Zeit der für die ewige Fortdauer des Menschengeschlechts verhältnißmäßig so geringe Vorrath von Lebensbedingungen in dem fruchtbarsten Boden reicht, wenn auch jährlich demselben nur kleine Mengen ohne Ersatz genommen werden, — behauptet die Praxis, dieser Vorrath werde nie ein Ende haben; aber gerade für diese Meinung geht ihr alles Wissen ab; sie hat die Erfahrung für sich, wie es heute war, nicht wie es in Zukunft sein wird, sie kann sagen, daß noch sehr viele Felder hohe Ernten geben, daß noch viele in ihren Erträgen gesteigert werden können, daß die Erde groß und Hunderte von Millionen Acker fruchtbares Feld von der Hand des Menschen noch nicht berührt worden seien und nur seiner Pflege warten, um eine Fülle von Früchten zu liefern. Dies ist alles richtig und man kann ohne alles Bedenken annehmen, daß die Gefahren für die Fortdauer der Menschen überhaupt, auf der Erde in so weiter Ferne liegen, daß wir uns darum vorläufig keine Sorgen zu machen brauchen; es handelt sich hier aber um viel näher liegende Dinge und zwar um die präcise Beantwortung der Frage, wie sich die Verhältnisse in den europäischen Ländern gestalten werden, wenn die Erträge der Felder von Jahr zu Jahr geringer werden, oder die Englands, wenn die Zufuhr

*) Moses I. Cap. 4. 12. „Wenn du den Acker bauen wirst, soll er dir fort (auf einmal?) sein Vermögen nicht geben.“

von Kornfrüchten und Dünger eine Gränze erreicht hat, oder die Verhältnisse in Bayern und Ungarn, wenn die Ausfuhr von Getreide ab- und zuletzt ein Ende nimmt.

Niemand kann vernünftiger Weise die Meinung hegen, daß die göttliche Vorsehung, die europäischen Nationen, die gegenwärtigen Träger der Cultur und Civilisation der Welt, ähnlich wie die alten Griechen und Römer, nach der Erfüllung einer gewissen Mission, zum Untergange, zum Verfall in Armuth, Rohheit und Barbarei bestimmt und darum die Idee in den Geist der Bevölkerungen verpflanzt habe, daß die Erde unerschöpflich an ihren Gaben und für die Fortdauer des Menschengeschlechts durch Naturgesetze gesorgt sei. Wenn aber eine auch nur oberflächliche Bekanntschaft mit den Naturwissenschaften jeden nachdenkenden Mann zu überzeugen vermag, daß dergleichen Gesetze nicht bestehen, so sollte man denken, daß die Vernunft den Bevölkerungen gebiete, alle ihnen zu Gebote stehenden Mittel anzuwenden, um ihre Zukunft sicher zu stellen, und ihnen die Pflicht auferlege, sich durch die genaueste Prüfung der Thatsachen, welche die Wissenschaft und die Geschichte darbieten, eine vollständige Klarheit über den gegenwärtigen Betrieb und den künftigen Zustand des Feldbaues zu verschaffen. Eine solche über ganze Länder und nicht bloß auf einzelne Felder oder Landstriche ausgedehnte Untersuchung dürfte sehr bald herausstellen, welches Vertrauen der Ansicht des praktischen Mannes zu schenken ist, daß die Felder nie aufhören werden Ernten zu liefern, oder der des Düngerhändlers und Düngerfabrikanten, daß in der Welt an Düngstoffen niemals Mangel sein werde.

Der Landwirth wird durch diese Untersuchungen die volle Gewißheit erlangen, daß ihm nur ein Weg offen steht, das Ertragvermögen seiner Felder für alle Zukunft zu sichern und dies ist der, daß er in seinem Betriebe das Gesetz des Ersatzes strenge

im Auge behält, und die Bevölkerungen werden willig werden, ihrerseits dem Landwirthe diesen Weg bahnen zu helfen, welcher ihm die Möglichkeit darbietet, sein Ziel zum Besten des Ganzen zu erreichen.

Wenn der Landwirth sich dazu entschließt, die Nährstoffe der Pflanzen dem Felde wiederzugeben, die er ihm in den Ernten genommen hat und er jedes Jahr in der Form von Düngstoffen wieder zurückkauft, was er in dem vorhergehenden in den Feldfrüchten ausgeführt hat, so ist seine Ausgabe verhältnißmäßig gering und leicht zu tragen *).

Sowie die Abnahme der Erträge eines Feldes, dem man jährlich einen Bruchtheil seiner wirksamen Nährstoffe ohne Ersatz nimmt, von einem Jahr zum andern nur gering ist, so ist

---

*) Die Meinung, daß der Landwirth seinem Felde soviel ersetzen müsse als er ihm genommen hat, darf man nicht so auslegen, als ob ich nicht für gut oder besser hielte, wenn er ihm mehr giebt, im Fall er dies kann. Darüber kann aber kein Zweifel sein. Viele reiche Landwirthe thun dies auch, können es aber nur darum, weil die große Mehrzahl der Anderen unwissend und unklug ist und sich um einen Ersatz nicht weiter bekümmert; wenn Alle ersetzen werden, so kann wohl Keiner mehr zurückkaufen als er ausführt.

Nach statistischen Angaben wird der jährliche Kornertrag Englands und Irlands (Weizen, Gerste und Hafer) auf 60 Millionen Quarter oder 240 Mill. Centner oder 12 Mill. Tonnen geschätzt. Rechnet man im Centner lufttrocken durchschnittlich 0,8 Proc. Phosphorsäure (Weizen und Gerste 0,9 Proc., Hafer 0,8 Proc.), so wird in diesen Früchten den englischen und irischen Feldern 1,900,000 Centn. Phosphorsäure genommen. Um diese in der Form von Guano zu ersetzen, müßten, da ein Centner Guano durchschnittlich nicht über 10 bis 12 Pfund Phosphorsäure enthält, jährlich 16 bis 19 Millionen Centner oder 800,000 bis 950,000 Tonnen Guano zugeführt werden. Das Knochenmehl enthält durchschnittlich 24 Proc. Phosphorsäure und es ist demnach die oben erwähnte Phosphorsäuremenge in 400,000 Tonnen Knochen enthalten. Die jährliche Einfuhr von Guano ist in England durchschnittlich seit 1848 kaum höher als 200,000 Tonnen, die von Knochen höchstens zu 80,000 Tonnen anzunehmen.

Der Verlust der Felder beim Anbau anderer Feldfrüchte, Rüben, Klee und Futtergewächse überhaupt, ist hier nicht in Rechnung gestellt.

es dennoch gewiß, daß eine Gränze kommt, wo das Feld die darauf verwendete Arbeit nicht mehr lohnt; in gleicher Weise kann die Zunahme der Ernten beim regelmäßigen Ersatze, wenn der Landwirth nicht mehr dem Felde giebt als er ihm genommen hat, jährlich nur gering sein, aber nach einer Reihe von Jahren wird er die Erfahrung machen, daß er sein Geld in eine Sparcasse eingelegt hat, die ihm nicht nur hohe, sondern immer höhere Zinsen bringt. Seine Ernten müssen von einem gewissen Zeitpunkte an, in einer regelmäßigen Progression steigen, weil in dem Felde durch den Verwitterungsproceß dem vorhandenen Vorrath jährlich ein Bruchtheil von wirksamen Nährstoffen zuwächst, wodurch sein arbeitendes Capital sich fortwährend vermehrt. Wenn er diesen Ersatz in der richtigen Weise giebt, so wird die Zukunft ihm die trostreiche Zuversicht verschaffen, daß erst dann seine Verbesserungen in der Bebauung seiner Felder, welche seither nur gesteigerte Mittel zu ihrer Beraubung in seiner Hand waren, zu wahren dauernden Verbesserungen werden, und seine Arbeit das wahre Gedeihen empfängt.

Wenn die Bevölkerungen ihrerseits sich mit den einfachen Naturgesetzen näher bekannt gemacht haben werden, deren Beachtung ihre zukünftige Wohlfahrt auf ewige Zeiten hinaus sicherstellt, wenn sie wohl ins Auge fassen, daß kein praktischer Landwirth im Stande ist, die Versicherung zu geben, daß ohne Zufuhr von Düngstoffen das Ertragvermögen der Felder eines Landes auf die Dauer wiederherstellbar sei, daß, wenn diese Zufuhr abhängig vom Auslande ist, das Gleichbleiben und die Steigerung der Ernten und die Ernährung der zuwachsenden Bevölkerung an zufällige Verhältnisse geknüpft ist, welche die Bevölkerungen selbst nicht beherrschen, wenn zuletzt genaue statistische Erhebungen ergeben werden, daß auch im

günstigsten Fall die Zufuhr von Düngstoffen von außen in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit (auch ein halbes oder ganzes Jahrhundert ist in diesen Beziehungen eine sehr kurze Zeit) ein Ende haben muß, so werden sie die Einsicht gewinnen, daß von der Entscheidung der Kloakenfrage der Städte, die Erhaltung des Reichthums und der Wohlfahrt der Staaten und die Fortschritte der Cultur und Civilisation abhängig sind.

Der Gewerbtreibende und Industrielle kann durch seinen Fleiß und seine Geschicklichkeit die durch seine Arbeit erzeugbaren Güter vermehren, oder ihren Werth erhöhen; ein fleißiger Schuhmacher kann in einem Tage doppelt so viel Schuhe machen als ein anderer, oder bessere Schuhe, deren Beschaffenheit ihm erlaubt, einen höheren Preis von seinen Kunden zu fordern. Der Fabrikant kann durch die Ausdehnung seines Geschäftes und die Vermehrung seiner Production, durch ihre Masse den Ausfall ersetzen, den ihm das Fallen des Preises seiner Producte verursacht.

Ohne Anwendung aller dieser Mittel zur Vermehrung ihres Einkommens, hat sich die Lage der Landwirthe auf dem europäischen Festlande, die ihr eigenes Feld bebauen, in den letzten zwanzig Jahren außerordentlich verbessert und ist sehr viel günstiger als die aller anderen Gewerbtreibenden geworden. Der Grund hiervon liegt nicht in günstigeren Witterungsverhältnissen, nicht in besseren oder höheren Ernten, nicht in einem Fortschritt der Landwirthschaft, in dessen Folge es den Landwirthen gelungen ist, ohne Vermehrung ihrer Productionskosten mehr Producte zu erzeugen, sondern vielmehr darin, daß der Preis aller landwirthschaftlichen Erzeugnisse an allen Orten des Continents stetig gestiegen ist. Ohne daß sich seine Productionskosten (die Taglöhne vielleicht ausgenommen) oder seine Erträge vermehrt haben, tauscht der Landwirth für

sein Korn, Fleisch, seine Butter, Eier ꝛc. ein Viertel oder die Hälfte mehr Silber ein als sonst, während die Preise seiner Bedürfnisse, das Eisen, überhaupt seiner Werkzeuge, der Colonial- und anderer Waaren sich nicht verändert, eher vermindert haben, und es hat hierdurch sein Einkommen thatsächlich zugenommen. Die Vermehrung des Wohlstandes der feldbautreibenden Bevölkerung übt gegenwärtig noch eine günstige Wirkung rückwärts auf alle Gewerb- und Industriezweige und den Handel aus, und so scheinen denn alle Verhältnisse im Staate sich auf das Gedeihlichste zu gestalten.

Die Vergrößerung des Absatzgebietes durch die erweiterten und wohlfeiler gewordenen Verkehrswege und Mittel erklärt die Thatsache nicht, daß die Preise der landwirthschaftlichen Producte allerorts auf dem Continente gestiegen sind, eine einfache Ausgleichung würde den Preis an einem Orte erhöht und an einem andern entsprechend erniedrigt haben, und es läßt sich ebensowenig der Grund dieses Steigens in Mißernten suchen, welche in außergewöhnlicher Weise nicht stattgehabt haben.

Die wahre Ursache liegt demnach darin, daß die landwirthschaftliche Production im Ganzen genommen nicht Schritt gehalten hat mit der Zunahme der Bevölkerung, daß die Anzahl der Consumenten zugenommen hat, aber nicht in gleichem Verhältnisse die Erträge der Felder. Die Nachfrage ist größer und die Vorräthe sind kleiner als sonst.

Es ist von der größten Wichtigkeit, daß sich die Bevölkerungen keiner Täuschung hingeben in Beziehung auf dieses Mißverhältniß, welches in seiner Steigerung auf ihr Vermögen und ihr Bestehen den schädlichsten Einfluß ausüben muß; ihre Selbsterhaltung gebietet ihnen, den Zuständen, denen sie entgegen gehen, ihre ernste Aufmerksamkeit zu schenken; jeder

Nachdenkende muß, wenn alle naturgesetzlichen Verhältnisse wohl erwogen werden, die Ueberzeugung gewinnen, daß die Zukunft der europäischen Staaten keine feste, breite Basis hat, sondern auf der Spitze einer Nadel schwebt.

Wenn es nicht gelingen sollte, dem Landwirth eine bessere Einsicht in seinen Betrieb beizubringen und ihm die nöthigen Mittel zur Steigerung seiner Production zu schaffen, so werden von einem gewissen Zeitpunkte an Kriege, Auswanderung, Hungersnoth und epidemische Krankheiten naturgesetzlich einen Gleichgewichtszustand zu Wege bringen, der die Wohlfahrt Aller tief erschüttern und zuletzt den Ruin des Feldbaues nach sich ziehen muß. Alle Bemühungen patriotischer Männer, den Staaten Einheit zu geben und ihre Kraft zum Widerstande gegen äußere Feinde zu stärken — alle Verbesserungen im Staatswesen und was sonst geschehen mag von Regierungen und Parlamenten, um das Glück und die Wohlfahrt der gegenwärtigen und künftigen Generationen zu erhöhen — werden, wenn die Grundlage des Bestehenden, welches der Feldbau ist, nicht auf das Dauerhafteste gesichert wird, ebenso wie die selbstsüchtigen Schöpfungen gewissenloser Machthaber, den unwiderstehlichen Mächten verfallen, welche dem stetig fallenden Wassertropfen das Vermögen verleihen, den härtesten Felsen endlich in Staub zu verwandeln*).

---

*) Da nicht überall die nämlichen Verhältnisse bestehen, so ist es schwer, Vorschläge zu machen, die für alle Orte passen, und die in den Städten sich anhäufenden Düngstoffe für den Feldbau wieder zu gewinnen.

An vielen reicht die strenge Durchführung bestehender polizeilicher Verordnungen hin, welche die Herstellung wasserdichter Latrinen vorschreiben, sowie das Verbot, den Inhalt der Abtritte in die Flüsse zu werfen.

In anderen größeren Städten, namentlich solchen, die an Flüssen liegen, bestehen seit Jahrhunderten unterirdische Abzugscanäle und Kloaken, welche darauf berechnet sind, die Excremente des Menschen, die als Düng-

stoffe den meisten Werth haben, als Schädlichkeiten von der Stadt ab- und den Flüssen zuzuführen.

Die Magistrate dieser Städte haben den Bewohnern derselben schwere Opfer auferlegt zur Herstellung von solchen Einrichtungen, welche die Aufsammlung dieser Düngstoffe so gut wie unmöglich machen, und das Nächste, was geschehen muß, ist die begangenen Fehler wieder gut zu machen. Der Staat muß Sorge dafür tragen, der thörichten Vergeudung dieser Stoffe überall, wo dies geschieht, ein Ziel zu setzen und Vorkehrungen veranlassen, die ihre Wiedergewinnung ermöglichen. Die Einsicht und Ueberzeugung der Nothwendigkeit des Ersatzes und der gute Wille, es zu thun, werden erst dann die besten Früchte bringen, wenn dem Landwirth die Möglichkeit dargeboten wird, sich die ihm nöthigen Düngstoffe zu einem Preise zu verschaffen, der ihre Anwendung erlaubt. Die Sammlung derselben und ihre Ueberführung in eine versendbare Form wird alsdann Sache der Privatindustrie werden, um die sich der Staat nicht weiter zu bekümmern hat.

Voraussichtlich werden Einrichtungen dieser Art an vielen Orten große Summen kosten, deren Höhe abschreckend genug erscheinen wird, um sie der Zukunft anheim zu stellen, allein einmal muß dies doch geschehen und die Verlängerung des gegenwärtigen Zustandes führt zu einem unwiederherstellbaren stets wachsenden Verlust am Nationalvermögen, und in eben dem Verhältniß, als sich dieses vermindert, vermehren sich die Schwierigkeiten, dem Feldbau in einer zukünftigen Zeit zu Hülfe zu kommen. Die Opfer, welche die Bevölkerungen für diese Zwecke zu bringen haben, sind verhältnißmäßig auf eine Reihe von Jahren vertheilt sicherlich sehr viel kleiner als die, welche Holland sich auferlegt, um seine Dämme zu unterhalten, welche das Land vor dem Untergang durch die Meeresfluthen schützen. Der Unterschied dieser und der Gefahren, welche die Bevölkerungen und den Feldbau bedrohen, ist nur die Nähe derselben; so wie dem körperlichen erscheint auch dem geistigen Auge, was in weiter Ferne liegt, kleiner als in Wirklichkeit zu sein, aber man muß in Betracht ziehen, daß eine Gefahr darum nicht aufhört zu bestehen, weil sie entfernt ist und daß, wenn sie täglich näher kommt und überdies in eben dem Maße wächst als ihre Entfernung sich vermindert, hierin Grund genug liegt, die Vorkehrungen, die sie abzuwenden vermögen, so zeitig wie möglich zu treffen. Ein kleiner Theil der enormen Summen, welche die Bevölkerungen seit einem halben Jahrhundert für den Handel, für die Vermehrung und Verbesserungen der Verkehrswege und Verkehrsmittel in Eisenbahnen, Canälen, Brücken und Landstraßen aufgewendet hat, würde, zweckmäßig verwendet, in wenigen Jahren ausreichen, um die nicht von der Natur gegebenen, sondern durch die Thorheit und Unwissenheit der Menschen geschaffenen Hindernisse zu besiegen, die sich der Privatindustrie in der Wiedergewinnung dieser Stoffe entgegensetzen.

Der chemische Proceß
der
Ernährung der Vegetabilien.

Gegenstand.

Die organische Chemie hat zur Aufgabe die Erforschung der chemischen Bedingungen des Lebens und der vollendeten Entwickelung aller Organismen.

Das Bestehen aller lebendigen Wesen ist an die Aufnahme gewisser Materien geknüpft, die man Nahrungsmittel nennt; sie werden in dem Organismus zu seiner eigenen Ausbildung und Reproduction verwendet.

Die Kenntniß der Bedingung ihres Lebens und Wachsthums umfaßt demnach die Ausmittelung der Stoffe, welche zur Nahrung dienen, die Erforschung der Quellen, woraus diese Nahrung entspringt, und die Untersuchung der Veränderungen, die sie bei ihrer Assimilation erleiden.

Den Menschen und Thieren bietet der vegetabilische Organismus die ersten Mittel zu seiner Entwickelung und Erhaltung dar.

Die ersten Quellen der Nahrung der Pflanzen liefert ausschließlich die anorganische Natur.

Der Gegenstand dieses Werkes ist die Entwickelung des chemischen Processes der Ernährung der Vegetabilien, sowie der Veränderungen, die nach ihrem Tode eintreten.

Der erste Theil ist der Aufsuchung der Nahrungsmittel, sowie den Veränderungen gewidmet, die sie in dem lebenden Organismus erleiden; es sollen darin die chemischen Verbindungen betrachtet werden, welche den Pflanzen ihre Hauptbestandtheile, den Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff

und Schwefel, liefern, sowie die Beziehungen, in welchen die Lebensfunctionen der Vegetabilien zu dem thierischen Organismus und zu anderen Naturerscheinungen stehen.

Der zweite Theil handelt von den chemischen Processen, welche nach dem Tode aller Organismen ihre völlige Vernichtung bewirken; es sind dies die eigenthümlichen Zersetzungsweisen, die man mit Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet; es sollen darin die Veränderungen der Bestandtheile der Organismen bei ihrem Uebergange in anorganische Verbindungen, sowie die Ursachen betrachtet werden, von denen sie abhängig sind.

Die allgemeinen Bestandtheile der Vegetabilien.

Kohlenstoff und Wasserstoff sind Bestandtheile aller Pflanzen, und zwar eines jeden ihrer Organe.

Die Hauptmasse aller Vegetabilien besteht aus Verbindungen, welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, und zwar in dem nämlichen Verhältnisse wie im Wasser, enthalten; hierher gehören die Holzfaser, das Stärkemehl, Zucker und Gummi.

Eine andere Klasse von Kohlenstoffverbindungen enthält die Elemente des Wassers, plus einer gewissen Menge Sauerstoff, sie umfaßt mit wenigen Ausnahmen die zahlreichen in den Pflanzen vorkommenden organischen Säuren.

Eine dritte besteht aus Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, welche entweder keinen Sauerstoff enthalten, oder, wenn Sauerstoff einen Bestandtheil davon ausmacht, so

ist seine Quantität stets kleiner, als dem Gewichtsverhältnisse entspricht, in dem er sich mit Wasserstoff zu Wasser verbindet. Sie können demnach betrachtet werden als Verbindungen des Kohlenstoffs mit den Elementen des Wassers, plus einer gewissen Menge Wasserstoff. Die flüchtigen und fetten Oele, das Wachs, die Harze gehören dieser Klasse an. Manche davon spielen die Rolle von Säuren.

Die organischen Säuren sind Bestandtheile aller Pflanzensäfte und mit wenigen Ausnahmen, an anorganische Basen, an Metalloxyde, gebunden; die letzteren fehlen in keiner Pflanze, sie bleiben nach der Einäscherung derselben in der Asche zurück.

Der Stickstoff ist in den Planzen in der Form von Säuren, von indifferenten Stoffen und von eigenthümlichen Verbindungen enthalten, welche alle Eigenschaften von Metalloxyden besitzen; die letzteren heißen organische Basen. Alle Samen ohne Ausnahme enthalten eine Stickstoffverbindung.

Seinem Gewichtsverhältnisse nach macht der Stickstoff nur einen kleinen Theil der Masse der Pflanzen aus, er fehlt aber in keinem Vegetabil, oder Organe eines Vegetabils; wenn er keinen Bestandtheil eines Organs ausmacht, so findet er sich dennoch unter allen Umständen in dem Safte, der die Organe durchdringt.

Die in dem Samen und dem Safte der Pflanzen nie fehlenden Stickstoffverbindungen enthalten eine gewisse Menge Schwefel. Die Samen, der Saft oder die Organe von manchen Pflanzengattungen liefern durch Destillation mit Wasser eigenthümliche flüchtige ölartige Verbindungen, die sich durch einen beträchtlichen Gehalt von Schwefel und Stickstoff vor allen anderen unterscheiden. Das flüchtige Oel des Meer-

rettigs und der Senfsamen gehören zu dieser Klasse von Schwefelverbindungen.

Die Bestandtheile aller Vegetabilien lassen sich nach dem Obigen in zwei große Klassen scheiden.

Die eine dieser Klassen enthält als Bestandtheil Stickstoff, in der andern fehlt dieses Element.

Unter den stickstofffreien Verbindungen giebt es sauerstoffhaltige (Amylon, Holzfaser rc.) und sauerstofffreie (Terpentinöl, Citronöl rc.).

Die stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile zerfallen in drei Unterabtheilungen: in schwefel- und sauerstoffhaltige (in allen Samen), in schwefelhaltige und sauerstofffreie (im Senföl), in schwefelfreie (die organischen Basen rc.) Verbindungen.

Die Entwickelung einer Pflanze ist nach dieser Auseinandersetzung abhängig von der Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung, welche ihr den Kohlenstoff, einer Stickstoffverbindung, welche ihr den Stickstoff, einer Schwefelverbindung, die ihr den Schwefel liefert; sie bedarf noch außerdem des Wassers und seiner Elemente, sowie eines Bodens, welcher die anorganischen Materien darbietet, ohne die sie nicht bestehen kann.

Der Ursprung und die Assimilation des Kohlenstoffs*).

Die Landwirthschaft und einige Pflanzenphysiologen betrachten einen Gemengtheil der Acker- und Dammerde, dem

*) Vergleicht man das Gewicht des Extracts (der löslichen Theile), welche der fruchtbarste Boden liefern kann, mit dem Gewichte der

man den Namen **Humus** gegeben hat, als das Hauptnahrungsmittel, was die Pflanzen aus dem Boden aufnehmen, und seine Gegenwart als die wichtigste Bedingung seiner Fruchtbarkeit.

Dieser **Humus** ist das Product der Fäulniß und Verwesung von Pflanzen und Pflanzentheilen.

Die Chemie bezeichnet mit **Humus** eine braune, in Wasser in geringer Menge, in Alkalien leichter lösliche Materie, welche, als Product der Zersetzung vegetabilischer Stoffe, durch die Einwirkung von Säuren oder Alkalien erhalten wird. Dieser Humus hat von der Verschiedenheit in seiner äußern Beschaffenheit und seinem Verhalten verschiedene Namen erhalten: **Ulmin**, **Humussäure**, **Humuskohle**, **Humin** heißen diese verschiedenen Modificationen des **Humus** der Chemiker; sie werden erhalten durch Behandlung des Torfs, der Holzfaser, des Ofenrusses, der Braunkohlen mit Alkalien, oder durch Zersetzung des Zuckers, der Stärke, des Milchzuckers vermittelst Säuren, oder durch Berührung alkalischer Lösungen der Gerbe- und Gallussäure mit der Luft.

Humussäure heißt die in Alkalien lösliche, **Humin** und **Humuskohle** die unlösliche Modification des Humus.

Den Namen nach, die man diesen Materien gegeben hat, ist man leicht verführt, sie für identisch in ihrer Zusammensetzung zu halten. Dies wäre aber der größte Irrthum, den man begehen kann, denn merkwürdiger Weise stehen Zucker, Essigsäure und Colophonium in dem Gewichtsverhältnisse ihrer Bestandtheile nicht weiter auseinander.

Pflanze, die sich darauf entwickelt hat, so findet sich, daß sie nur eine sehr geringe Menge ihrer eigenen Substanz daraus empfangen konnte (de Saussure, Recherches sur la vegetation. Deutsche Ausgabe von Voigt. Leipzig, Reclam. S. 249).

Die Humussäure, aus Sägespänen mit Kalihydrat erhalten, enthält nach Peligot's Analyse 72 Proc. Kohlenstoff, die Humussäure aus Torf und Braunkohle nach Sprengel 58 Proc., die aus Zucker mit verdünnter Schwefelsäure nach Malaguti 57 Proc., die aus demselben Körper und aus Stärke mit Salzsäure gewonnene nach Stein 65 Proc. Kohlenstoff *).

Nach Malaguti enthält die Humussäure Wasserstoff und Sauerstoff zu gleichen Aequivalenten, in dem Verhältnisse also wie im Wasser; nach Sprengel's Analyse ist darin weniger Wasserstoff enthalten, und nach Peligot enthält die Humussäure sogar auf 14 Aeq. Wasserstoff nur 6 Aeq. Sauerstoff, also 8 Aeq. Wasserstoff mehr, als diesem Verhältniß entspricht.

Faules Weidenholz, Torf und Dammerde hinterlassen nach ihrer Ausziehung mit Wasser und Weingeist eine braune feste Substanz, welche an Alkalien eine Humussäure abgiebt, die, außer Kohlenstoff und den Elementen des Wassers,

---

*)

1.	Humussäure	aus	Harlemmer Torf	enthält	60	Proc.	Kohlst.
2.	»	»	aus braunem Friesischen Torf	»	62	»	»
3.	»	»	» einem alten Weidenbaum	»	59	»	»
4.	»	»	» Ofenruß	»	65	»	»
5.	»	»	» der Dammerde eines Baumgartens . . .	»	58	»	»
6.	»	»	» einem Rübenlande . .	»	57	»	»
7.	»	»	» einem Wiesenboden . .	»	57	»	»
8.	»	»	» einem Garten	»	59	»	»
9.	»	»	» dito dito	»	58	»	»
10.	»	»	» dito dito	»	55	»	»

Die Humussäuren von Nro. 5 bis Nro. 10 enthielten eine gewisse Menge Mineralsubstanz und hinterließen nach dem Einäschern 5 — 6 — 4,1 — 2 — 3,2 — 12,5 — 6,2 — 22,8 Proc. Asche.

(Mulder.)

noch eine gewisse Menge Ammoniak in chemischer Verbindung enthält (Mulder, Herrmann).

Man sieht leicht, daß die Chemiker bis jetzt gewohnt waren, alle Zersetzungsproducte organischer Verbindungen von brauner oder braunschwarzer Farbe mit Humussäure oder Humin zu bezeichnen, je nachdem sie in Alkalien löslich waren, oder nicht, daß aber diese Producte in ihrer Zusammensetzung und Entstehungsweise nicht das Geringste mit einander gemein haben.

Man hat nun nicht den entferntesten Grund zu glauben, daß das eine oder das andere dieser Zersetzungsproducte, in der Form und mit den Eigenschaften begabt, die man den vegetabilischen Bestandtheilen der Dammerde zuschreibt, in der Natur vorkommt, man hat nicht einmal den Schatten eines Beweises für die Meinung, daß eines von ihnen als Nahrungsstoff oder sonst irgend einen Einfluß auf die Entwickelung einer Pflanze ausübt. Nach allem, was wir in chemischer Beziehung von der Humussäure aus der Dammerde wissen müßte jeder Boden, ja jedes Feld eine in ihrer chemischen Zusammensetzung von andern verschiedene Humussäure enthalten.

Die Eigenschaften des Humus und der Humussäure der Chemiker sind unbegreiflicher Weise übertragen worden auf den Körper in der Dammerde, den man mit dem nämlichen Namen belegt; an diese Eigenschaften knüpfen sich die Vorstellungen über die Rolle, die man ihm in der Vegetation zuschreibt.

Die Meinung, daß der Humus als Bestandtheil der Dammerde von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, daß sein Kohlenstoff, ohne vorher eine andere Form anzunehmen, von der Pflanze zur Nahrung verwendet wird, ist so verbreitet und hat in dem Grade Wurzel gefaßt, daß bis jetzt jede Beweisführung für diese seine Wirkungsweise für über-

flüssig erachtet wurde; denn die in die Augen fallende Verschiedenheit des Gedeihens von Pflanzen in Bodenarten, die man als ungleich reich an Humus kennt, erschien auch dem Befangensten als eine genügende Begründung dieser Meinung.

Wenn man diese Voraussetzung einer strengen Prüfung unterwirft, so ergiebt sich daraus der schärfste Beweis, daß der Humus in der Form, wie er im Boden enthalten ist, zur Ernährung der Pflanzen nicht das Geringste beiträgt.

Durch das Festhalten an der bisherigen Ansicht hat man von vorn herein jede Erkenntniß des Ernährungsprocesses der Pflanzen unmöglich gemacht, und damit den sichersten und treuesten Führer zu einem rationellen Verfahren in der Land- und Forstwissenschaft verbannt.

Ohne eine tiefe und gründliche Kenntniß der Nahrungsmittel der Gewächse und der Quellen, aus denen sie entspringen, ist eine Vervollkommnung des wichtigsten aller Gewerbe, des Ackerbaues, nicht denkbar.

Wir wollen in dem Folgenden den Humus in der Ackererde mit den Eigenschaften begabt uns denken, welche die Chemiker an den braunschwarzen Niederschlägen beobachtet haben, die man durch Fällung einer alkalischen Abkochung von Dammerde oder Torf vermittelst Säuren erhält, und die sie Humussäure nennen.

Die Humussäure besitzt, frisch niedergeschlagen, eine flockige Beschaffenheit; ein Theil davon löſ't sich bei 18° C. in 2500 Theilen Wasser, sie verbindet sich mit Alkalien, Kalk und Bittererde und bildet mit den beiden letzteren Verbindungen von gleicher Löslichkeit (Sprengel).

Seinem Zustande nach kann der Humus nur durch Ver-

mittelung des Wassers die Fähigkeit erlangen, von den Wurzeln aufgenommen zu werden. Die Chemiker haben nun gefunden, daß die Humussäure nur in frisch niedergeschlagenem Zustande löslich ist, daß sie diese Löslichkeit vollständig verliert, wenn sie an der Luft trocken geworden ist; sie wird ferner völlig unlöslich, wenn das Wasser, was sie enthält, gefriert (Sprengel).

Die Winterkälte und Sommerhitze rauben mithin der reinen Humussäure ihre Auflöslichkeit und damit ihre Assimilirbarkeit; sie kann als solche nicht in die Pflanzen gelangen.

Von der Richtigkeit dieser Beobachtung kann man sich leicht durch Behandlung guter Acker- und Dammerde mit kaltem Wasser überzeugen; das letztere entzieht nämlich derselben nicht $^{1}/_{100000}$ an löslichen organischen Materien, die Flüssigkeit ist nicht braun, sondern klar und ungefärbt.

Berzelius fand ebenfalls, daß vermodertes Eichenholz, was dem Hauptbestandtheile nach aus Humussäure besteht, an kaltes Wasser nur Spuren von löslichen Materien abgiebt, eine Beobachtung, die ich an verfaultem Buchen- und Tannenholze bestätigt fand.

Die Unfähigkeit der Humussäure, den Pflanzen in diesem unlöslichen Zustande zur Nahrung zu dienen, ist den Pflanzenphysiologen nicht unbemerkt geblieben; sie haben deshalb angenommen, daß der Kalk oder die Alkalien überhaupt, die man in der Pflanzenasche findet, die Löslichkeit und damit die Assimilirbarkeit vermitteln.

In den Bodenarten finden sich Alkalien und alkalische Erden in hinreichender Menge vor, um Verbindungen dieser Art zu finden.

Wir wollen nun annehmen, daß die Humussäure in der

Form des humusreichsten Salzes, als humussaurer Kalk, von den Pflanzen aufgenommen werde *), und aus dem bekannten Gehalte an alkalischen Basen in der Asche der Pflanzen die Menge berechnen, welche in dieser Form in die Pflanze gelangen kann; wir wollen ferner voraussetzen, daß Kali, Natron, die Oxyde des Eisens und Mangans eine mit dem Kalke gleiche Sättigungscapacität besitzen, so wissen wir aus Berthier's Bestimmungen, daß 1000 Pfd. lufttrocknes Tannenholz 8,3 Pfd. reine kohlenfreie Asche liefern, und daß 100 Pfd. dieser Asche im Ganzen nach Abzug des Chlorkaliums, kieselsauren und schwefelsauren Kalis 46,1 Pfd. basische Metalloxyde, Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Eisen- und Mangan-Oxydul zusammengenommen enthalten.

2500 Quadratmeter Wald (= 40000 Quadratfuß hess. = 1/4 Hectare = 1 Morgen hess.) liefern nun jährlich mittleren Ertrag 2650 Pfd. Tannenholz, welche im Ganzen 10,07 Pfd. basische Metalloxyde enthalten.

Nach den Bestimmungen von Malaguti und Sprengel verbindet sich 1 Pfd. Kalk mit 10,9 Pfd. Humussäure; es sind mithin durch diese Basen 111,0 Pfd. Humussäure in die Bäume übergegangen, und diese entsprechen — ihr Gehalt an Kohlenstoff zu 58 Proc. angenommen — der Bildung von 165 Pfd. lufttrocknem Holze.

Es sind aber auf diesem Lande 2650 Pfd. lufttrocknes Holz producirt worden.

*) »Auf diese Weise nehmen alle Theile der Dammerde an der Ernährung der Pflanzen Theil, während wahrscheinlich die Auflösung der Humussäure und des humussauren Kalkes, vielleicht auch des Thonerdesalzes, dasjenige ist, was von den Wurzeln der Pflanzen unmittelbar aufgesogen wird. Berzelius, Handbuch VIII. pag. 22. 1837«.

Wenn man aus der bekannten Zusammensetzung der Asche des Weizenstrohes die Menge Humussäure berechnet, welche durch die darin enthaltenen basischen Metalloxyde (die Chlormetalle und schwefelsauren Salze abgerechnet) der Pflanze zugeführt werden können, so erhält man für 2500 Quadratmeter Land 57½ Pfd. Humussäure, entsprechend 85 Pfd. Holzfaser. Es werden aber auf dieser Fläche, Wurzeln und Körner nicht mitgerechnet, 1780 Pfd. Stroh producirt, was die Zusammensetzung der Holzfaser besitzt.

Bei diesen Berechnungen ist angenommen worden, daß die basischen Metalloxyde, welche Humussäure zugeführt haben, nicht mehr in den Boden zurückkehren, weil sie während des Wachsthums der Pflanze in den neu entwickelten Theilen derselben zurückbleiben.

Wir wollen jetzt die Menge Humussäure berechnen, welche unter den günstigsten Verhältnissen, nämlich durch das Regenwasser, in die Pflanzen gelangen kann.

In Erfurt, in einer der fruchtbarsten Gegenden Deutschlands, fallen nach Schübler auf 1 Quadratfuß Fläche in den Monaten April, Mai, Juni und Juli 17½ Pfd. (2 Pfd. hess. = 1 Kilogr.) Regen. Ein Morgen Land (2500 □ Meter) empfängt mithin 700000 Pfd. Regenwasser.

Nehmen wir nun an, daß diese ganze Quantität Wasser von den Wurzeln einer Sommerfrucht aufgenommen werde, die in 4 Monaten gepflanzt wird und reift, in der Art also, daß kein Pfund von diesem Wasser anders als durch die Blätter verdunste.

Nehmen wir ferner an, daß dieses Regenwasser, mit humussaurem Kalk (dem verbreitetsten und an Humussäure reichsten ihrer Salze) gesättigt, von den Wurzeln aufgenommen werde, so nimmt die Pflanze durch dieses Wasser, da

1 Theil humussaurer Kalk 2000 Theile Wasser zu seiner Auflösung bedarf, 350 Pfd. Humussäure auf.

Es wachsen aber auf diesem Felde 2580 Pfd. Getreide (Stroh und Korn, die Wurzeln nicht gerechnet) oder 20000 Pfd. Runkelrüben (ohne die Blätter und kleinen Wurzeln). Man sieht leicht ein, daß diese 350 Pfd. Humussäure noch nicht genügen, um Rechenschaft über den Kohlenstoffgehalt der Blätter und Wurzeln zu geben, und da man weiß, daß von dem Regenwasser, was auf der Oberfläche der Erde fällt, verhältnißmäßig nur ein sehr kleiner Theil aufgesaugt wird und durch die Blätter der Pflanze verdunstet, so verringert sich die Kohlenstoffmenge, welche die Humussäure denkbarer Weise liefern kann, wenn man sie mit der wirklich producirten vergleicht, auf eine beinahe verschwindende Menge.

Betrachtungen anderer und höherer Art widerlegen die gewöhnliche Ansicht über die Wirkungsweise der Humussäure auf eine so entscheidende und zweifellose Weise, daß man im Grunde nicht begreift, wie man überhaupt dazu gelangen konnte.

Die Felder produciren Kohlenstoff in der Form von Holz, von Heu, von Getreide und anderen Culturgewächsen, deren Massen außerordentlich ungleich sind.

Auf 2500 Quadratmeter Wald von mittlerem Boden wachsen 2650 Pfd. lufttrocknes Tannen-, Fichten-, Birken- rc. Holz.

Auf derselben Fläche Wiesen erhält man im Durchschnitt 2500 Pfd. Heu.

Die nämliche Fläche Getreideland liefert 18000 — 20000 Pfd. Runkelrüben.

Auf derselben Fläche gewinnt man 800 Pfd. Roggen und 1780 Pfd. Stroh, im Ganzen also 2580 Pfd.

100 Theile lufttrocknes Tannenholz enthalten 38 Theile Kohlenstoff; obige 2650 Pfd. Holz enthalten demnach 1007 Pfd. Kohlenstoff.

100 Theile lufttrocknes Heu *) enthalten 40,73 Theile Kohlenstoff; obige 2500 Pfd. Heu enthalten demnach 1018 Pfd. Kohlenstoff.

Die Runkelrüben enthalten 89 bis 89,5 Theile Wasser und 10,5 bis 11 Theile feste Substanz. Die letztere enthält 40 Proc. Kohlenstoff **).

20000 Pfd. Runkelrüben enthalten hiernach, den Kohlenstoff der Blätter nicht berechnet, 880 Pfd. Kohlenstoff.

100 Pfd. Stroh ***) enthalten lufttrocken 38 Proc. Kohlenstoff. 1780 Pfd. Stroh enthalten demnach 676 Pfd. Kohlenstoff. In 100 Theilen Korn sind 46 Theile Kohlenstoff enthalten; in 800 Pfd. mithin 368 Pfd. Beide zusammen geben 1044 Pfd. Kohlenstoff.

2500 Quadratmeter Wald bringen mithin hervor
an Kohlenstoff 1007 Pfd.
» » Wiese . . . . 1018 Pfd.
» » Culturland, Runkelrüben
ohne Blätter 880 Pfd.
» » » Getreide . . . 1044 Pfd.

*) 100 Theile Heu, bei 100° getrocknet, mit Kupferoxyd in einem Strome Sauerstoffgas verbrannt, lieferten 51,93 Wasser, 166,8 Kohlensäure und 6,82 Asche. Dies giebt 45,87 Kohlenstoff, 5,76 Wasserstoff, 41,55 Sauerstoff, 6,82 Asche. Das lufttrockne Heu verliert bei 100° erhitzt 11,2 Proc. Wasser (Dr. Will).

**) I. 0,8075 trockne Rüben lieferten 0,416 Wasser und 1,155 Kohlensäure. II. 0,400 gaben 0,201 Wasser und 0,595 Kohlensäure (Dr. Will).

***) Die Analyse des Strohes, auf dieselbe Weise ausgeführt, gab für 100 Theile, bei 100° getrocknet, 46,37 Kohlenstoff, 5,68 Wasserstoff, 43,93 Sauerstoff, 4,02 Asche; das lufttrockne Stroh verliert bei der Siedhitze 18 Proc. Wasser (Dr. Will).

Aus diesen unverwerflichen Thatsachen muß geschlossen werden, daß gleiche Flächen culturfähiges Land eine gleiche Quantität Kohlenstoff hervorzubringen vermögen; aber wie unendlich verschieden sind die Bedingungen des Wachsthums der Pflanzen gewesen, die man darauf gezogen hat.

Wo nimmt, muß man fragen, das Gras auf den Wiesen, das Holz in dem Walde seinen Kohlenstoff her, da man ihm keinen Kohlenstoff als Nahrung zugeführt hat, und woher kommt es, daß der Boden, weit entfernt, an Kohlenstoff ärmer zu werden, sich jährlich noch verbessert?

Jedes Jahr nehmen wir dem Walde, der Wiese eine gewisse Quantität von Kohlenstoff in der Form von Heu und Holz, und demungeachtet finden wir, daß der Kohlenstoffgehalt des Bodens zunimmt, daß er an Humus reicher wird.

Wir ersetzen, so sagt man, dem Getreide- und Fruchtlande durch den Dünger den als Kraut, Stroh, als Samen oder Frucht hinweggenommenen Kohlenstoff wieder, und dennoch bringt dieser Boden nicht mehr Kohlenstoff hervor als der Wald und die Wiese, denen er nie ersetzt wird. Ist es denkbar, daß die Gesetze der Ernährung der Pflanzen durch die Cultur geändert werden können, daß für das Getreide und die Futtergewächse andere Quellen des Kohlenstoffs existiren als für das Gras und die Bäume in den Wiesen und Wäldern?

Niemandem wird es in den Sinn kommen, den Einfluß des Düngers auf die Entwickelung der Culturgewächse zu leugnen, allein mit positiver Gewißheit kann man behaupten, daß es sein Kohlenstoff nicht ist, durch welchen seine unzweifelhaft nützliche Wirkung auf die Entwickelung der Pflanze ausgeübt wurde: denn wir finden ja, daß der Koh-

lenstoff, von gedüngtem Lande hervorgebracht, nicht mehr beträgt als der Kohlenstoff des ungedüngten. Die Frage nach der Wirkungsweise des Düngers hat mit der nach dem Ursprunge des Kohlenstoffs nicht das Geringste zu thun. Der Kohlenstoff der Vegetabilien muß nothwendigerweise aus einer anderen Quelle stammen, und da es der Boden nicht ist, der ihn liefert, so kann dies nur die Atmosphäre sein.

Bei der Lösung des Problems über den Ursprung des Kohlenstoffs in den Pflanzen hat man durchaus unberücksichtigt gelassen, daß diese Frage gleichzeitig den Ursprung des Humus umfaßt.

Der Humus entsteht nach Aller Ansicht durch Fäulniß und Verwesung von Pflanzen und Pflanzentheilen; eine Urdammerde, einen Urhumus kann es also nicht geben, denn es waren vor dem Humus Pflanzen vorhanden. Wo nahmen nun diese ihren Kohlenstoff her, und in welcher Form ist der Kohlenstoff in der Atmosphäre enthalten?

Diese beiden Fragen umfassen zwei der merkwürdigsten Naturerscheinungen, welche, gegenseitig ununterbrochen in Thätigkeit, das Leben und Fortbestehen der Thiere und Vegetabilien auf unendliche Zeiten hinaus auf die bewunderungswürdigste Weise bedingen und vermitteln.

Die eine dieser Fragen bezieht sich auf den unveränderlichen Gehalt der Luft an Sauerstoff: zu jeder Jahreszeit und in allen Klimaten hat man darin in 100 Volum-Theilen 21 Volum Sauerstoff mit so geringen Abweichungen gefunden, daß sie als Beobachtungsfehler angesehen werden müssen.

So außerordentlich groß nun auch der Sauerstoffgehalt der Luft bei einer Berechnung sich darstellt, so ist seine Menge

dennoch nicht unbegrenzt, sie ist im Gegentheile eine erschöpfbare Größe.

Wenn man nun erwägt, daß jeder Mensch in 24 Stunden 57,2 Cubikfuß (hessische) Sauerstoff in dem Athmungsprocesse verzehrt, daß 10 Ctr. Kohlenstoff bei ihrem Verbrennen 58112 Cubikfuß Sauerstoff verzehren, daß eine einzige Eisenhütte Hunderte von Millionen Cubikfuß, daß eine kleine Stadt, wie Gießen, in dem zum Heizen dienenden Holze allein über 1000 Millionen Cubikfuß Sauerstoff der Atmosphäre entziehen, so bleibt es völlig unbegreiflich, wenn keine Ursache existirt, durch welche der hinweggenommene Sauerstoff wieder ersetzt wird, wie es möglich sein kann, daß nach Zeiträumen, die man in Zahlen nicht auszudrücken weiß *), der Sauerstoffgehalt der Luft nicht kleiner geworden ist, daß die

---

*) Wenn die Atmosphäre überall dieselbe Dichte wie an der Meeresfläche hätte, so wäre sie 24555 par. Fuß hoch. Da hierin der Wasserdampf mit eingeschlossen ist, so kann man ihre Höhe zu 1 geogr. Meile = 22843 par. Fuß annehmen. Der Radius der Erde = 860 solcher Meilen gesetzt, so ergiebt sich

das Volum der Atmosphäre = 9307500 Cubikmeilen,
das Volum des Sauerstoffs = 1954578 »
das Volum der Kohlensäure = 3862,7 »

Ein Mann verbraucht täglich = 45000 par. Cubikzoll Sauerstoff, im Jahre mithin 9505,2 Cubikfuß. Tausend Millionen Menschen verbrauchen mithin 9 Billionen fünfhundert fünftausend zweihundert Millionen Cubikfuß. Man kann ohne Uebertreibung annehmen, daß die Thiere und Verwesungs- und Verbrennungsprocesse doppelt so viel verbrauchen. Hieraus geht hervor, daß jährlich 2,392355 Cubikmeilen Sauerstoff, in runder Summe 2,4 Cubikmeilen, verzehrt werden, in 8mal hunderttausend Jahren würde die Atmosphäre keine Spur Sauerstoff mehr enthalten, allein in weit früherer Zeit würde sie für Respirations- und für Verbrennungsprocesse gänzlich untauglich sein, da sie schon bei einer Verminderung ihres Sauerstoffgehalts auf 8 Proc. (die durch Lungen eingeathmete Luft enthält 12,› bis 13 Sauerstoffgas und 8,5 bis 8 kohlensaures Gas) für das Leben der Thiere tödtlich wirkt und brennende Körper darin nicht mehr fortbrennen.

Luft in den Thränenkrügen, die vor 1800 Jahren in Pompeji verschüttet wurden, nicht mehr davon als wie heute enthält. Woher kommt es also, daß dieser Sauerstoffgehalt eine Größe ist, die sich nie ändert?

Die Beantwortung dieser Frage hängt mit einer andern auf's engste zusammen, wo die Kohlensäure nämlich hinkommt, die durch das Athmen der Thiere, durch Verbrennungsprocesse gebildet wird. Ein Cubikfuß Sauerstoff, der sich mit Kohlenstoff zu Kohlensäure vereinigt, ändert sein Volumen nicht; aus den Billionen Cubikfuß verzehrten Sauerstoffgases sind eben so viel Billionen Cubikfuß Kohlensäure entstanden und in die Atmosphäre gesendet worden.

Durch die genauesten und zuverlässigsten Versuche ist von de Saussure ausgemittelt worden, daß die Luft, dem Volumen nach, im Mittel aller Jahreszeiten nach dreijährigen Beobachtungen 0,000415 Volumtheile Kohlensäure enthält.

Die Beobachtungsfehler, welche diesen Gehalt verkleinern mußten, in Anschlag gebracht, kann man annehmen, daß das Gewicht der Kohlensäure nahe $^1/_{1000}$ des Gewichts der Luft beträgt.

Dieser Gehalt wechselt nach den Jahreszeiten, er ändert sich aber nicht in verschiedenen Jahren.

Wir kennen Thatsachen, die uns zur Vermuthung berechtigen, daß der Kohlensäuregehalt der Luft vor Jahrtausenden weit beträchtlicher war als heute, man sollte demungeachtet denken, daß ihn die ungeheuren Massen Kohlensäure, welche jährlich in der Atmosphäre der vorhandenen sich hinzufügen, von Jahr zu Jahr bemerkbar hätten vergrößern müssen, allein bei allen früheren Beobachtern findet man ihn um die Hälfte bis zum zehnfachen Volumen höher ange-

geben, woraus man höchstens schließen kann, daß er sich vermindert hat.

Man bemerkt leicht, daß die im Verlaufe der Zeit stets unveränderlichen Mengen von Kohlensäure und Sauerstoffgas in der Atmosphäre zu einander in einer bestimmten Beziehung stehen müssen; es muß eine Ursache vorhanden sein, welche die Anhäufung der Kohlensäure hindert und die sich bildende unaufhörlich wieder entfernt; es muß eine Ursache geben, durch welche der Luft der Sauerstoff wieder ersetzt wird, den sie durch Verbrennungsprocesse, durch Verwesung und durch die Respiration der Menschen und Thiere verliert.

Beide Ursachen vereinigen sich zu einer einzigen in dem Lebensprocesse der Vegetabilien.

In den vorhergehenden Beobachtungen ist der Beweis niedergelegt worden, daß der Kohlenstoff der Vegetabilien ausschließlich aus der Atmosphäre stammt.

In der Atmosphäre existirt nun der Kohlenstoff nur in der Form von Kohlensäure, also in der Form einer Sauerstoffverbindung.

Die Hauptbestandtheile der Vegetabilien, gegen deren Masse die Masse der übrigen verschwindend klein ist, enthalten, wie oben erwähnt wurde, Kohlenstoff und die Elemente des Wassers; alle zusammen enthalten weniger Sauerstoff als die Kohlensäure.

Es ist demnach gewiß, daß die Pflanzen, indem sie den Kohlenstoff der Kohlensäure sich aneignen, die Fähigkeit besitzen müssen, eine Zerlegung der Kohlensäure zu bewirken; die Bildung ihrer Hauptbestandtheile setzt eine Trennung des Kohlenstoffs von dem Sauerstoffe voraus; der letztere muß, während des Lebensprocesses der Pflanze, während sich der Kohlenstoff mit dem Wasser oder seinen Elementen verbindet,

an die Atmosphäre wieder zurückgegeben werden. Für jedes Volumen Kohlensäure, deren Kohlenstoff Bestandtheil der Pflanze wird, muß die Atmosphäre ein gleiches Volumen Sauerstoff empfangen.

Diese merkwürdige Fähigkeit der Pflanzen ist durch zahllose Beobachtungen auf das unzweifelhafteste bewiesen worden; ein Jeder kann sich mit den einfachsten Mitteln von ihrer Wahrheit überzeugen.

Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen saugen nämlich kohlensaures Gas ein und hauchen ein ihm gleiches Volumen Sauerstoffgas aus.

Die Blätter und grünen Theile besitzen dieses Vermögen selbst dann noch, wenn sie von der Pflanze getrennt sind; bringt man sie in diesem Zustande in Wasser, welches Kohlensäure enthält, und setzt sie dem Sonnenlichte aus, so verschwindet nach einiger Zeit die Kohlensäure gänzlich, und stellt man diesen Versuch unter einer mit Wasser gefüllten Glasglocke an, so kann man das entwickelte Sauerstoffgas sammeln und prüfen; wenn die Entwickelung von Sauerstoffgas aufhört, ist auch die gelös'te Kohlensäure verschwunden; setzt man auf's neue Kohlensäure hinzu, so stellt sie sich von neuem ein.

In einem Wasser, welches frei von Kohlensäure ist, oder ein Alkali enthält, was sie vor der Assimilation schützt, entwickeln die Pflanzen kein Gas.

Diese Beobachtungen sind zuerst von Priestley und Sennebier gemacht, und von de Saussure ist in einer Reihe vortrefflich ausgeführter Versuche bewiesen worden, daß mit der Abscheidung des Sauerstoffs, mit der Zersetzung der Kohlensäure die Pflanze an Gewicht zunimmt. Diese Gewichtsvermehrung beträgt mehr, als der Quantität des aufgenom-

menen Kohlenstoffs entspricht, was vollkommen der Vorstellung gemäß ist, daß mit dem Kohlenstoffe gleichzeitig die Elemente des Wassers von der Pflanze assimilirt werden.

Ein eben so erhabener als weiser Zweck hat das Leben der Pflanzen und Thiere auf eine wunderbar einfache Weise auf's engste an einander geknüpft.

Ein Bestehen einer reichen üppigen Vegetation kann gedacht werden ohne Mitwirkung des thierischen Lebens, aber die Existenz der Thiere ist ausschließlich an die Gegenwart, an die Entwickelung der Pflanzen gebunden.

Die Pflanze liefert nicht allein dem thierischen Organismus in ihren Organen die Mittel zur Ernährung, zur Erneuerung und Vermehrung seiner Masse, sie entfernt nicht nur aus der Atmosphäre die schädlichen Stoffe, die seine Existenz gefährden, sondern sie ist es auch allein, welche den höhern organischen Lebensproceß, die Respiration, mit der ihr unentbehrlichen Nahrung versieht; sie ist eine unversiegbare Quelle des reinsten und frischesten Sauerstoffgases, sie ersetzt der Atmosphäre in jedem Momente, was sie verlor.

Alle übrigen Verhältnisse gleich gesetzt, athmen die Thiere Kohlenstoff aus, die Pflanzen athmen ihn ein; das Medium, in dem es geschieht, die Luft, kann in ihrer Zusammensetzung nicht geändert werden.

Ist nun, kann man fragen, der dem Anscheine nach so geringe Kohlensäuregehalt der Luft ein Gehalt, der dem Gewicht nach nur $^1/_{10}$ Proc. beträgt, überhaupt nur genügend, um den Bedarf der ganzen Vegetation auf der Oberfläche der Erde zu befriedigen, ist es möglich, daß dieser Kohlenstoff aus der Luft stammt?

Diese Frage ist unter allen am leichtesten zu beantworten. Man weiß, daß auf jedem hess. Quadratfuße der Ober-

fläche der Erde eine Luftsäule ruht, welche 1295 Pfd. hess. wiegt; man kennt den Durchmesser und damit die Oberfläche der Erde, man kann mit der größten Genauigkeit das Gewicht der Atmosphäre berechnen; der tausendste Theil dieses Gewichts ist Kohlensäure, welche etwas über 27 Proc. Kohlenstoff enthält. Aus dieser Berechnung ergiebt sich nun, daß die Atmosphäre 2800 Billionen Pfd. Kohlenstoff enthält, eine Quantität, welche mehr beträgt als das Gewicht aller Pflanzen, der bekannten Stein- und Braunkohlenlager auf dem ganzen Erdkörper zusammengenommen. Dieser Kohlenstoff ist also mehr als hinreichend, um dem Bedarfe zu genügen. Der Kohlenstoffgehalt des Meerwassers ist verhältnißmäßig noch größer.

Nehmen wir an, daß die Oberfläche der Blätter und grünen Pflanzentheile, durch welche die Absorption der Kohlensäure geschieht, doppelt so viel beträgt als die Oberfläche des Bodens, auf dem die Pflanze wächst, was beim Walde, bei den Wiesen und Getreidefeldern, die den meisten Kohlenstoff produciren, weit unter der wirklich thätigen Oberfläche ist; nehmen wir ferner an, daß von einer zwei Fuß hohen Luftschicht, die über einem Morgen schwebt, von 80000 Cubikfuß also, in jeder Zeitsecunde, 8 Stunden täglich, der Luft 0,00067 ihres Volums oder $^1/_{1000}$ ihres Gewichts an Kohlensäure entzogen wird, so nehmen diese Blätter in 200 Tagen 1000 Pfd. Kohlenstoff auf*).

*) Wie viel Kohlensäure der Luft in einer gegebenen Zeit entzogen werden kann, giebt folgende Rechnung zu erkennen: Bei dem Weißen eines kleinen Zimmers von 105 Meter Fläche (Wände und Decke zusammengenommen) erhält es in 4 Tagen 6 Anstriche mit Kalkmilch, es wird ein Ueberzug von kohlensaurem Kalk gebildet, zu welchem die Luft die Kohlensäure liefert. Nach einer genauen Bestimmung

So lange die Functionen der Organe einer Pflanze durch Widerstände nicht unterdrückt sind, ist in dem Leben einer Pflanze kein Stillstand denkbar. Die Wurzeln und alle Theile derselben, welche die nämliche Fähigkeit besitzen, saugen beständig Wasser, sie athmen Kohlensäure ein; diese Fähigkeit ist unabhängig von dem Sonnenlichte; die Kohlensäure häuft sich während der Nacht in allen Theilen der Pflanze an, und erst von dem Augenblicke an, wo das Licht auf sie einwirkt, geht die Zerlegung der Kohlensäure, die Assimilation des Kohlenstoffs, die Aushauchung von Sauerstoffgas vor sich; erst in dem Momente, wo der Keim die Erde durchbricht, färbt er sich von der äußersten Spitze abwärts, die eigentliche Holzbildung nimmt damit ihren Anfang.

Die atmosphärische Luft ist in beständiger Bewegung, sowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung; derselbe Ort ist abwechselnd umgeben von Luft, die von den Polen oder von dem Aequator kommt. Ein sehr schwacher Wind legt in einer Stunde sechs Meilen, und in weniger als acht Tagen die Strecke zurück, die uns von den Tropen oder dem Pole scheidet; und wenn im Winter in den kalten und gemäßigten

---

erhält ein Quadratdecimeter Fläche einen Ueberzug von kohlensaurem Kalk, welcher 0,732 Grm. wiegt. Obige 105 Meter sind mithin bedeckt mit 7686 Grm. kohlensaurem Kalk, welche 4325,6 Grm. Kohlensäure enthalten. Das Gewicht eines Cubikdecimeters Kohlensäure, zu 2 Grm. angenommen (er wiegt 1,97978 Grm.), absorbirt mithin obige Fläche 2,193 Cubikmeter Kohlensäure in 4 Tagen.

Ein Morgen Land = 2500 Quadratmeter würde bei einer gleichen Behandlung in 4 Tagen 51½ Cubikmeter Kohlensäure = 3296 Cubikfuß Kohlensäure absorbiren, in zweihundert Tagen würde dies 257 Cubikmeter = 164800 Cubikfuß = 10300 Pfd. Kohlensäure = 2997 Pfd. Kohlenstoff, also etwa dreimal mehr betragen als die Blätter und Wurzeln der Pflanzen, die auf diesem Boden wachsen, wirklich assimiliren.

Zonen die Pflanzenwelt aufhört, den durch Verbrennungs- und Athmungsprocesse der Luft entzogenen Sauerstoff zu ersetzen, so sind es die Gegenden, in denen die Vegetation sich in vollster Thätigkeit befindet, welche uns den dort in Freiheit gesetzten Sauerstoff zusenden; derselbe Luftstrom, welcher, veranlaßt durch die Erwärmung der Erde, seinen durch die ungleiche Umdrehungsgeschwindigkeit der verschiedenen Breitekreise bestimmten Weg von dem Aequator zu den Polen zurückgelegt hat, bringt uns, zu dem Aequator zurückkehrend, den dort erzeugten Sauerstoff und führt ihm die Kohlensäure unserer Winter zu.

Die Versuche von de Saussure haben dargethan, daß die oberen Schichten der Luft mehr Kohlensäure als die unteren enthalten, die mit den Pflanzen sich in Berührung befinden, daß der Kohlensäuregehalt der Luft größer ist bei Nacht als bei Tage, wo das eingesaugte kohlensaure Gas zersetzt wird.

Die Pflanzen verbessern die Luft, indem sie die Kohlensäure entfernen, indem sie den Sauerstoff erneuern; dieser Sauerstoff kommt Menschen und Thieren zuerst und unmittelbar zu gut. Die Bewegung der Luft in horizontaler Richtung bringt uns so viel zu, als sie hinwegführt; der Luftwechsel von unten nach oben, in Folge der Ausgleichung der Temperaturen, ist, verglichen mit dem Wechsel durch Winde, verschwindend klein.

Die Cultur erhöht den Gesundheitszustand der Gegenden; mit dem Aufhören aller Cultur werden sonst gesunde Gegenden unbewohnbar.

Die Braunkohlen, Steinkohlen und Torflager sind die Ueberreste einer unendlich reichen, seit Jahrtausenden untergegangenen Vegetation; der Kohlenstoff, den sie enthalten,

stammt aus der Atmosphäre, in der Form von Kohlensäure wurde er von den Pflanzen daraus aufgenommen.

Es ist klar, die Atmosphäre der Jetztzeit muß reicher sein an Sauerstoff als die der Urwelt. Der Ueberschuß, den sie mehr enthält, muß genau dem Volumen der Kohlensäure gleich sein, welche zur Nahrung dieser urweltlichen Pflanzen gedient hat, er muß dem Kohlenstoffe und Wasserstoffe, die wir in ihren Ueberresten abgelagert finden, entsprechen.

Mit der Ablagerung von zehn Cubikfuß Splintkohle (von Newcastle; spec. Gew. 1,228, Formel $C_{24}H_{26}O$) sind der Atmosphäre über achtzehntausend Cubikfuß Kohlensäure entzogen worden; sie wurde um ein diesem gleiches Volum an reinem Sauerstoff reicher, ihr Gehalt wurde ferner vergrößert um 4480 Cubikfuß Sauerstoff von dem zerlegten Wasser, dessen Wasserstoff diese 10 Cubikfuß Kohle enthalten.

Die Atmosphäre der Urwelt war ärmer an Sauerstoff, sie war aber reicher an Kohlensäure, einer der Hauptbedingungen einer üppigen Vegetation (Brogniart).

Mit dem Untergange dieser unermeßlich ausgedehnten Pflanzenwelt waren die Bedingungen des Bestehens und der Fortdauer der höheren Thierwelt vorhanden.

Wenn auf der Oberfläche der Erde durch Anhäufung von lebenden Geschöpfen oder durch Verbrennungsprocesse die Kohlensäurebildung zunimmt, so erhält damit an diesem oder einem anderen Orte die Vegetation einen Ueberschuß an Nahrungsstoff. Durch den Uebergang des Kohlenstoffs dieser Kohlensäure zu einem Bestandtheile der wildwachsenden oder Culturpflanzen wird das Gleichgewicht des Sauerstoffgehalts wieder hergestellt. Mit dem Erscheinen der Menschen war die Unveränderlichkeit des Sauerstoff- und Kohlensäuregehalts der Atmosphäre für immer festgesetzt.

Wir erkennen in dem Leben der Pflanze, in der Assimilation des Kohlenstoffs, als der wichtigsten ihrer Functionen, eine Sauerstoffausscheidung, man kann sagen, eine Sauerstofferzeugung.

Keine Materie kann als Nahrung der Pflanze angesehen werden, deren Zusammensetzung ihrer eigenen gleich oder ähnlich ist, deren Assimilation also erfolgen könnte, ohne dieser Function zu genügen.

In dem zweiten Theile sind die Beweise niedergelegt, daß die in Verwesung begriffene Holzfaser, der Humus, Kohlenstoff und die Elemente des Wassers ohne überschüssigen Sauerstoff enthält; ihre procentige Zusammensetzung weicht nur insofern von der des Holzes ab, als sie reicher an Kohlenstoff ist.

Die Pflanzenphysiologen haben die Bildung der Holzfaser aus Humus für sehr begreiflich erklärt, denn, sagen sie (Meyen, Pflanzenphysiologie II. S. 141), der Humus darf nur Wasser chemisch binden, um die Bildung von Holzfaser, Stärke oder Zucker zu bewirken.

Die nämlichen Naturforscher haben aber die Erfahrung gemacht, daß Zucker, Amylon und Gummi in ihren wässerigen Auflösungen von den Wurzeln der Pflanzen eingesaugt und in alle Theile der Pflanze geführt werden, allein sie werden von der Pflanze nicht assimilirt, sie können zu ihrer Ernährung und Entwickelung nicht angewendet werden.

Es läßt sich nun kaum eine Form denken, bequemer für Assimilation, als die Form von Zucker, Gummi oder Stärke, denn diese Körper enthalten ja alle Elemente der Holzfaser und stehen in Hinsicht auf ihre Zusammensetzung in dem nämlichen Verhältnisse wie der Humus; allein sie ernähren die Pflanze nicht.

Eine durchaus falsche Vorstellung, ein Verkennen der

wichtigsten Lebensfunctionen der Pflanze, liegt der Ansicht von der Wirkungsweise des Humus zum Grunde.

Die Analogie hat die unglückliche Vergleichung der Lebensfunctionen der Pflanzen mit denen der Thiere in dem Bette des Prokrustus erzeugt, sie ist die Mutter, die Gebärerin aller Irrthümer.

Materien, wie Zucker, Amylon ꝛc., welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten, sind Producte des Lebensprocesses der Pflanzen, sie leben nur, insofern sie diese erzeugen. Dasselbe muß von dem Humus gelten, denn er kann eben so wie diese in Pflanzen gebildet werden. Smithson, Jameson und Thomson fanden, daß die schwarzen Ausschwitzungen von kranken Ulmen, Eichen und Roßkastanien aus Humussäure in Verbindung mit Alkalien bestehen.

Berzelius fand ähnliche Materien in den meisten Baumrinden. Kann man nun in der That voraussetzen, daß die kranken Organe einer Pflanze diejenige Materie zu erzeugen vermögen, der man die Fähigkeit zuschreibt, das Leben dieser Pflanze, ihr Gedeihen zu unterhalten!

Woher kommt es nun, kann man fragen, daß in den Schriften vieler Botaniker und Pflanzenphysiologen die Assimilation des Kohlenstoffs aus der Atmosphäre in Zweifel gestellt, daß von den meisten die Verbesserung der Luft durch die Pflanzen geleugnet wird?

Diese Zweifel sind hervorgegangen aus dem Verhalten der Pflanzen bei Abwesenheit des Lichtes, nämlich in der Nacht.

An die Versuche von Ingenhouß knüpfen sich zum großen Theil die Zweifel, welche der Ansicht entgegengestellt werden, daß die Pflanzen die Luft verbessern. Seine Beob-

achtung, daß die grünen Pflanzen im Dunkeln Kohlensäure aushauchen, haben de Saussure und Grischow zu Versuchen geführt, aus denen sich herausgestellt hat, daß sie in der That Sauerstoff im Dunkeln einsaugen und dafür Kohlensäure aushauchen, und daß die Luft, in welcher die Pflanzen im Dunkeln vegetiren, ihr Volumen vermindert; es ist hieraus klar, daß die Menge des absorbirten Sauerstoffgases größer ist als das Volumen der abgeschiedenen Kohlensäure — wären beide gleich gewesen, so hätte keine Luftverminderung stattfinden können. Diese Thatsache kann nicht in Zweifel gezogen werden, allein die Interpretationen, die man ihr untergelegt hat, sind so vollkommen falsch, daß nur die gänzliche Nichtbeachtung und Unkenntniß der chemischen Beziehungen einer Pflanze zu der Atmosphäre, die sie umgiebt, erklärt, wie man zu diesen Ansichten gelangen konnte.

Es ist bekannt, daß der indifferente Stickstoff, das Wasserstoffgas, daß eine Menge anderer Gase eine eigenthümliche, meist schädliche Wirkung auf die lebenden Pflanzen ausüben. Ist es nun denkbar, daß eins der kräftigsten Agentien, der Sauerstoff, wirkungslos auf eine Pflanze bliebe, sobald sie sich in dem Zustande des Lebens befindet, wo einer ihrer eigenthümlichen Assimilationsprocesse aufgehört hat?

Man weiß, daß mit der Abwesenheit des Lichtes die Zersetzung der Kohlensäure ihre Grenze findet. Mit der Nacht beginnt ein rein chemischer Proceß, in Folge der Wechselwirkung des Sauerstoffs der Luft auf die Bestandtheile der Blätter, Blüthen und Früchte.

Dieser Proceß hat mit dem organischen Lebensprocesse in der Pflanze nicht das Geringste gemein, denn er tritt in der todten Pflanze ganz in derselben Form auf wie in der lebenden.

Es läßt sich mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit

aus den bekannten Bestandtheilen der Blätter verschiedener Pflanzen vorausbestimmen, welche davon den meisten Sauerstoff im lebenden Zustande während der Abwesenheit des Lichtes absorbiren werden. Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen, welche flüchtige Oele, überhaupt aromatisch flüchtige Bestandtheile enthalten, die sich durch Aufnahme des Sauerstoffs in Harz verwandeln, werden mehr Sauerstoff einsaugen als andere, welche frei davon sind. Andere wieder, in deren Safte sich die Bestandtheile der Galläpfel befinden oder stickstoffreiche Materien, werden mehr Sauerstoff aufnehmen als die, worin diese Bestandtheile fehlen. Die Beobachtungen de Saussure's sind entscheidende Beweise für dieses Verhalten; während die Agave americana mit ihren fleischigen geruch- und geschmacklosen Blättern nur 0,3 ihres Volumens Sauerstoff in 24 Stunden im Dunkeln absorbirt, nehmen die mit flüchtigem, verharzbarem Oel durchdrungenen Blätter der Pinus abies die 10fache, die gerbesäurehaltigen der Quercus robur die 14fache, die balsamischen Blätter der Populus alba die 21fache Menge des von der Agave americana eingesaugten Sauerstoffs auf. Wie zweifellos und augenscheinlich zeigt sich diese chemische Action in den Blättern der Cotyledon Calycina, der Cacalia ficoides und anderen, sie sind des Morgens sauer wie Sauerampfer, gegen Mittag geschmacklos, am Abend bitter. In der Nacht findet also ein reiner Säurebildungs-, Oxydationsproceß Statt, am Tage und gegen Abend stellt sich der Proceß der Sauerstoffausscheidung ein; die Säure geht in Substanzen über, welche Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnisse wie im Wasser, oder noch weniger Sauerstoff enthalten, wie in allen geschmackvollen und bitteren Materien.

Ja man könnte aus den verschiedenen Zeiten, welche die

grünen Blätter der Pflanzen bedürfen, um durch den Einfluß der atmosphärischen Luft ihre Farbe zu ändern, die absorbirten Sauerstoffmengen annähernd bestimmen. Diejenigen, welche sich am längsten grün erhalten, werden in gleichen Zeiten weniger Sauerstoff aufnehmen als andere, deren Bestandtheile eine rasche Veränderung erfahren. Man findet in der That, daß die Blätter von Ilex aquifolium, ausgezeichnet durch die Beständigkeit, mit welcher sie ihre Farbe bewahren, 0,86 ihres Volumens Sauerstoff in derselben Zeit aufnehmen, in welcher die so leicht und schnell ihre Farbe verändernden Blätter der Pappel und Buche, die eine das 8fache, die andere 9½fache ihres Volumens absorbiren (de Saussure).

Das Verhalten der grünen Blätter der Eiche, Buche und Stechpalme, welche unter der Luftpumpe bei Abschluß des Lichtes getrocknet und nach Befeuchtung mit Wasser unter eine graduirte Glocke mit Sauerstoffgas gebracht werden, entfernt jeden Zweifel über diesen chemischen Proceß. Alle vermindern das Volumen des eingeschlossenen Sauerstoffgases, und zwar in dem nämlichen Verhältnisse, als sie ihre Farbe ändern. Diese Luftverminderung kann nur auf der Bildung von höheren Oxyden, oder einer Oxydation des Wasserstoffs der an diesem Elemente reichen Bestandtheile der Pflanzen beruhen.

Die Eigenschaft der grünen Blätter, Sauerstoff aufzunehmen, gehört aber auch dem frischen Holze an, gleichgültig ob es von Zweigen oder dem Innern eines Stammes genommen worden ist. Bringt man es in dem feuchten Zustande, wie es vom Baume genommen wird, in feinen Spänen unter eine Glocke mit Sauerstoffgas, so findet man stets im Anfange das Volumen des Sauerstoffs verringert; wäh-

rend das trockne befeuchtete Holz, welches eine Zeitlang der Atmosphäre ausgesetzt gewesen ist, den umgebenden Sauerstoff in Kohlensäure ohne Aenderung des Volumens verwandelt, nimmt also das frische Holz mehr Sauerstoff auf*).

Die Herren Petersen und Schödler haben durch sorgfältige Elementaranalyse von 24 verschiedenen Holzarten bewiesen, daß sie Kohlenstoff, die Elemente des Wassers und noch außerdem eine gewisse Menge Wasserstoff in Ueberschuß enthalten; das Eichenholz, frisch vom Baume genommen und bei 100° getrocknet, enthielt 49,432 Kohlenstoff, 6,069 Wasserstoff und 44,499 Sauerstoff.

Die Quantität Wasserstoff, welche nöthig ist, um mit 44,499 Sauerstoff Wasser zu bilden, ist $^1/_8$ dieser Quantität, nämlich 5,56; es ist klar, daß das Eichenholz $^1/_{12}$ mehr Wasserstoff enthält, als diesem Verhältnisse entspricht; Pinus larix, Abies und Picea enthalten $^1/_7$, die Linde (Tilia europaea) sogar $^1/_5$ mehr Wasserstoff: man sieht leicht, daß der Wasserstoffgehalt in einiger Beziehung steht zu dem specifischen Gewichte; die leichten Holzarten enthalten mehr davon als die schweren; das Ebenholz (Diospyros Ebenum) enthält genau die Elemente des Wassers.

Der Unterschied in der Zusammensetzung der Holzarten

---

*) Wenn bei Ueberschwemmungen durch das Austreten von Flüssen die Wohnungen unter Wasser gesetzt werden, zeigt sich diese Eigenschaft des Holzes als eine Ursache tödtlicher Krankheiten. Nach dem Ablaufe des Wassers bleibt alles Holz der Wohnhäuser mit Wasser durchdrungen zurück, was nur sehr langsam verdunstet. In dem feuchten Zustande ist das Holz ein wahrer Sauerstoffsauger; die Luft in den Räumen, wo sich Menschen und Thiere aufhalten, wird aber nicht allein ihres Sauerstoffs beraubt, sondern es häuft sich darin kohlensaures Gas an, was in einem gewissen Verhältnisse (7—8 Proc.) eine direct verderbliche Wirkung ausübt.

von der der reinen Holzfaser beruht unleugbar auf der Gegenwart von wasserstoffreichen und sauerstoffarmen, zum Theil löslichen Bestandtheilen, in Harz und anderen Stoffen, deren Wasserstoff sich in der Analyse zu dem der Holzfaser addirt.

Wenn nun, wie erwähnt worden ist, das in Verwesung begriffene Eichenholz Kohle und die Elemente des Wassers ohne Ueberschuß an Wasserstoff enthält, wenn es während seiner Verwesung das Volumen der Luft nicht ändert, so muß nothwendig dieses Verhältniß im Beginne der Verwesung ein anderes gewesen sein, denn in den wasserstoffreichen Bestandtheilen des Holzes ist der Wasserstoff vermindert worden, und diese Verminderung kann nur durch eine Absorption des Sauerstoffs bewirkt worden sein.

Die meisten Pflanzenphysiologen haben die Aushauchung der Kohlensäure während der Nacht mit der Aufnahme von Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in Verbindung gebracht, sie betrachten diese Thätigkeit als den wahren Athmungsproceß der Pflanzen, welcher, wie bei den Thieren, eine Entkohlung zur Folge hat. Es giebt kaum eine Meinung, deren Basis schwankender, man kann sagen, unrichtiger ist.

Die von den Blättern, von den Wurzeln mit dem Wasser aufgenommene Kohlensäure wird mit der Abnahme des Lichtes nicht mehr zersetzt, sie bleibt in dem Safte gelös't, der alle Theile der Pflanze durchdringt: in jedem Zeitmomente verdunstet mit dem Wasser aus den Blättern eine ihrem Gehalte entsprechende Menge Kohlensäure.

Ein Boden, in welchem die Pflanzen kräftig vegetiren, enthält als eine nie fehlende Bedingung ihres Lebens, unter allen Umständen, eine gewisse Quantität Feuchtigkeit, nie fehlt in diesem Boden kohlensaures Gas, gleichgültig, ob es von

demselben aus der Luft aufgenommen, oder durch die Verwesung von Vegetabilien erzeugt wird; kein Brunnen- oder Quellwasser, nie ist das Regenwasser frei von Kohlensäure; in keinerlei Perioden des Lebens einer Pflanze hört das Vermögen der Wurzel auf, Feuchtigkeit und mit derselben Luft und Kohlensäure einzusaugen.

Kann es nun auffallend sein, daß diese Kohlensäure mit dem verdunsteten Wasser von der Pflanze an die Atmosphäre unverändert wieder zurückgegeben wird, wenn die Ursache der Fixirung des Kohlenstoffs, wenn das Licht fehlt?

Diese Aushauchung von Kohlensäure hat mit dem Assimilationsprocesse, mit dem Leben der Pflanze eben so wenig zu thun, als die Einsaugung des Sauerstoffs. Beide stehen mit einander nicht in der geringsten Beziehung, der eine ist ein rein mechanischer, der andere ein rein chemischer Proceß. Ein Docht von Baumwolle, den man in eine Lampe eintaucht, welche eine mit Kohlensäure gesättigte Flüssigkeit enthält, wird sich gerade so verhalten, wie eine lebende Pflanze in der Nacht, Wasser und Kohlensäure werden durch Capillarität aufgesaugt, beide verdunsten außerhalb an dem Dochte wieder *).

Pflanzen, welche in einem feuchten, an Humus reichen Boden leben, werden in der Nacht mehr Kohlensäure aushauchen als andere an trockenen Standörtern, nach dem Regen mehr als bei trockener Witterung; alle diese Einflüsse erklären die Menge von Widersprüchen in den Beobachtungen, die man in Beziehung auf die Veränderung der

*) Boucherie sah aus einem frisch abgeschnittenen Strunk eines im Safte stehenden Baumes einen ungeheuern Strom von Kohlensäure sich ergießen, welcher offenbar durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen worden war (Dumas, Leçon p. 71).

Luft durch lebende Pflanzen oder durch abgeschnittene Zweige davon, bei Abschluß des Lichtes oder im gewöhnlichen Tageslichte gemacht hat: Widersprüche, welche keiner Beachtung werth sind, da sie nur Thatsachen feststellen, ohne die Frage zu lösen.

Es giebt aber noch andere entscheidende Beweise, daß die Pflanzen mehr Sauerstoff an die Luft abgeben, als sie überhaupt derselben entziehen; Beweise, die sich ohne besondere Vorrichtungen an den Pflanzen, welche unter Wasser leben, mit Sicherheit führen lassen.

Wenn die Oberfläche von Teichen und Gräben, deren Boden mit grünen Pflanzen bedeckt ist, im Winter gefriert, so daß das Wasser von der Atmosphäre völlig durch eine Schicht klaren Eises abgeschlossen ist, so sieht man während des Tages und ganz vorzüglich während die Sonne auf das Eis fällt, unaufhörlich kleine Luftbläschen von den Spitzen der Blätter und kleineren Zweigen sich lösen, die sich unter dem Eise zu großen Blasen sammeln; diese Luftblasen sind reines Sauerstoffgas, was sich beständig vermehrt; weder bei Tage, wenn die Sonne nicht scheint, noch bei Nacht läßt sich eine Verminderung beobachten. Dieser Sauerstoff rührt von der Kohlensäure her, die sich in dem Wasser befindet und in dem Grade wieder ersetzt wird, als sie die Pflanzen hinwegnehmen; sie wird ersetzt durch fortschreitende Fäulnißprocesse der abgestorbenen Pflanzenüberreste. Wenn demnach diese Pflanzen Sauerstoffgas während der Nacht einsaugen, so kann seine Menge nicht mehr betragen, als das umgebende Wasser aufgelös't enthält, denn der in Gasform abgeschiedene wird nicht wieder aufgenommen.

H. Davy schnitt von einer Wiese ein Stück Rasen von vier Zoll im Quadrat und legte es in eine Porzellanschale,

die in einem weiten Gefäße auf Wasser schwamm. Durch eine tubulirte Glasglocke, die er über das Ganze stürzte, sperrte er die äußere Luft von dem Grase völlig ab. Der Rasen wurde durch den Tubulus der Glocke von Zeit zu Zeit befeuchtet und dem Wasser, worauf die Schale mit dem Rasen schwamm, von Zeit zu Zeit etwas mit Kohlensäure gesättigtes Wasser zugesetzt.

Das Gras vegetirte also in einem abgesperrten bekannten Volumen Luft (230 Cubikzoll), was eine gewisse Menge gasförmige Kohlensäure enthielt. Bei dem Aussetzen dieser Vorrichtung an das Licht zeigte sich nun, daß das Gasvolumen in der Glocke bei gewöhnlichem Tageslichte sich vergrößerte. Nach 8 Tagen betrug die Zunahme 30 Cubikzoll, und durch die Analyse fand sich, daß die Luft in der Glocke vier Procent Sauerstoff mehr enthielt, als die Luft außerhalb (Agric. Chem. 5. Vorlesung). Man sehe ferner die trefflichen Versuche von Daubeny, on the action of Light upon plants and of plants upon the atmosphere. Philosophical transactions. Part. I. 1836.

In dem Vorhergehenden ist der Beweis niedergelegt, daß der Kohlenstoff der Pflanzen aus der Atmosphäre stammt; es sind nun die Wirkungen des Humus und der anorganischen Bestandtheile der Pflanzen, so wie der Antheil, den beide an der Entwickelung der Vegetation nehmen, und die Quellen des Stickstoffs zu beleuchten.

Ursprung und Verhalten des Humus.

Es ist in dem zweiten Theile auseinandergesetzt, daß alle Pflanzen und Pflanzentheile mit dem Aufhören des Lebens zwei Zersetzungsprocesse erleiden, von denen man den einen Gährung oder Fäulniß, den anderen Verwesung nennt.

Es ist gezeigt worden, daß die Verwesung einen langsamen Verbrennungsproceß bezeichnet, den Vorgang also, wo die verbrennlichen Bestandtheile des verwesenden Körpers sich mit dem Sauerstoffe der Luft verbinden.

Die Verwesung des Hauptbestandtheiles aller Vegetabilien, der Holzfaser, zeigt eine Erscheinung eigenthümlicher Art.

Mit Sauerstoff in Berührung, mit Luft umgeben, verwandelt sie nämlich den Sauerstoff in ein ihm gleiches Volumen kohlensaures Gas; mit dem Verschwinden des Sauerstoffs hört die Verwesung auf.

Wird dieses kohlensaure Gas hinweggenommen und durch Sauerstoff ersetzt, so fängt die Verwesung von neuem an, d. h. der Sauerstoff wird wieder in Kohlensäure verwandelt.

Die Holzfaser besteht nun aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers; von allem Anderen abgesehen, geht ihre Verwesung vor sich, wie wenn man reine Kohle bei sehr hohen Temperaturen verbrennt, gerade so, als ob kein Wasserstoff und Sauerstoff mit ihr in der Holzfaser verbunden wäre.

Die Vollendung dieses Verbrennungsprocesses erfordert eine sehr lange Zeit; eine unerläßliche Bedingung zu seiner Unterhaltung ist die Gegenwart von Wasser; Alkalien befördern ihn, Säuren verhindern ihn, alle antiseptischen Ma-

terien, schweflige Säure, Quecksilbersalze und brenzliche Oele heben ihn gänzlich auf.

Die in Verwesung begriffene Holzfaser ist der Körper, den wir **Humus** nennen.

In demselben Grade, als die Verwesung der Holzfaser vorangeschritten ist, vermindert sich ihre Fähigkeit zu verwesen, d. h. das umgebende Sauerstoffgas in Kohlensäure zu verwandeln; zuletzt bleibt eine gewisse Menge einer braunen oder kohlenartigen Substanz zurück, die man **Moder** nennt; sie ist das Product der vollendeten Verwesung der Holzfaser. Der Moder macht den Hauptbestandtheil aller Braunkohlenlager und des Torfes aus. Bei Berührung mit Alkalien, Kalk, Ammoniak fährt die Verwesung des Moders fort.

In einem Boden, welcher der Luft zugänglich ist, verhält sich der Humus genau wie an der Luft selbst; er ist eine langsame äußerst andauernde Quelle von Kohlensäure *).

*) In seinen Bestimmungen des Kohlensäuregehaltes der in der Ackererde enthaltenen Luft fand **Boussingault**:

	in 10,000 Theilen	
Atmosphärische Luft enthält	4 — 5	Thl. Kohls.
Luft aus		
Sandboden frisch gedüngt	217	Thl. Kohls.
Derselbe kurz nach Regen	974	» »
Derselbe lange vorher gedüngt	93	» »
Sehr sandig (Weinberg)	106	» »
Sandig mit viel Steinen	87	» »
Lehmiger / Sandiger } Untergrund des vorigen	46	» »
Sandboden, lange vorher gedüngt (Spargel)	74	» »
Derselbe frisch gedüngt	85	» »
Derselbe vor 8 Tagen gedüngt	154	» »
Grube mit Holzerde	364	» »
Muschelkalk lange vorher gedüngt	87	» »
Derselbe (Luzerne)	80	» »
Schwerer Thonboden (Topinambur)	66	» »
Fruchtbar feucht (Wiese)	179	» »

Um jedes kleinste Theilchen des verwesenden Humus entsteht, auf Kosten des Sauerstoffs der Luft, eine Atmosphäre von Kohlensäure.

In der Cultur wird, durch Bearbeitung und Auflockerung der Erde, der Luft ein möglichst ungehinderter und freier Zutritt verschafft.

Ein so vorbereiteter und feuchter Boden enthält also eine Atmosphäre von Kohlensäure, und damit die erste und wichtigste Nahrung für die junge Pflanze, welche sich darauf entwickeln soll.

Im Frühlinge, wo die Organe fehlen, welche die Natur bestimmt hat, die Nahrung aus der Atmosphäre aufzunehmen, wo diese Organe erst gebildet werden, sind es die Bestandtheile des Samens, welche zuerst und auschließlich zur Bildung der Wurzeln verwendet werden; mit jeder Wurzelfaser erhält die Pflanze einen Mund, eine Lunge, einen Magen.

Von dem Augenblicke an, wo sich die ersten Wurzelfasern gebildet haben, führen sie aus der Atmosphäre, in der sie sich befinden, aus dem Boden nämlich, Nahrung zu; von dem Humus stammt die Kohlensäure her.

Durch Auflockerung des Bodens um die junge Pflanze erneuern und vervielfältigen wir den Zutritt der Luft, wir begünstigen damit die Bildung der Kohlensäure; die Quantität der erzeugten Nahrung würde sich vermindern mit jeder Schwierigkeit, die sich im Boden dieser Lufterneuerung entgegenstellt; bei einem gewissen Grade der Entwickelung der Pflanze ist sie es selbst, welche diesen Luftwechsel bewirkt. Die Atmosphäre von Kohlensäure, welche den unverwes'ten Theil des Humus vor weiterer Veränderung schützt, wird von den feinen Wurzelhaaren, den Wurzeln selbst, aufgesaugt und hinweggenommen, sie wird ersetzt durch atmosphärische Luft, die ihren Platz einnimmt:

die Verwesung schreitet fort, es wird auf Kosten ihres Sauerstoffs eine neue Quantität Kohlensäure gebildet. In dieser Zeit empfängt die Pflanze von den Wurzeln und äußeren Organen gleichzeitig Nahrung, sie schreitet rasch ihrer Vollendung entgegen.

Ist die Pflanze völlig entwickelt, sind ihre Organe der Ernährung völlig ausgebildet, so bedarf sie der Kohlensäure des Bodens nicht mehr.

In den heißen Sommermonaten, wo der Mangel an Feuchtigkeit die Zufuhr von Nahrungsstoff aus dem Boden hemmt, schöpft sie den Kohlenstoff ausschließlich aus der Luft.

Wir wissen bei den Pflanzen nicht, welche Höhe und Stärke ihnen die Natur angewiesen hat, wir kennen nur das gewöhnliche Maaß ihrer Größe.

Als große werthvolle Seltenheiten sieht man in London und Amsterdam Eichbäume, von chinesischen Gärtnern gezogen, von anderthalb Fuß Höhe, deren Stamm, Rinde, Zweige und ganzer Habitus ein ehrwürdiges Alter erkennen lassen, und die kleine Teltower Rübe wird in einem Boden, wo ihr frei steht, so viel Nahrung aufzunehmen, als sie kann, zu einem mehrere Pfund schweren Dickwanst.

In einer gegebenen Zeit steht die Zunahme einer Pflanze an Masse im Verhältniß zu der Anzahl und der Oberfläche der Organe, welche bestimmt sind, Nahrung zuzuführen. Bei gleicher Oberfläche verhält sich in zwei Pflanzen die Zunahme wie die Zeiten der thätigen Auffaugung. Die Nadelholzpflanzen, deren Oberfläche sich den größten Theil des Jahres hindurch in Thätigkeit befindet, nehmen unter gleichen Bedingungen mehr auf als die Laubholzpflanzen, die ihre Blätter im Herbste verlieren. Mit jedem Blatte gewinnt die Pflanze einen Mund und Magen mehr.

Der Thätigkeit der Wurzeln, Nahrung aufzunehmen, wird nur durch Mangel eine Grenze gesetzt; ist sie im Ueberfluß vorhanden, und wird sie zur Ausbildung der vorhandenen Organe nicht völlig verzehrt, so kehrt dieser Ueberschuß nicht in den Boden zurück, sondern er wird in der Pflanze zur Hervorbringung von neuen Organen verwendet. Die fortdauernde Zufuhr an Kohlensäure durch einen an Humus reichen Boden muß auf die fortschreitende Entwickelung der Pflanze den entschiedensten Einfluß äußern, vorausgesetzt, daß die übrigen Bedingungen zur Assimilation des Kohlenstoffs sich vereinigt finden.

Neben der vorhandenen Zelle entsteht eine neue; neben dem entstandenen Zweige und Blatte entwickelt sich ein neuer Zweig, ein neues Blatt; ohne Ueberschuß an Nahrung wären diese nicht zur Entwickelung gekommen. Der in dem Samen entwickelte Zucker und Schleim verschwindet mit der Entwickelung der Knospen, grünen Triebe und Blätter.

Mit der Ausbildung, mit der Anzahl der Organe, der Zweige und Blätter, denen die Atmosphäre Nahrung liefert, wächst in dem nämlichen Verhältnisse ihre Fähigkeit, Nahrung aufzunehmen und an Masse zuzunehmen, denn diese Fähigkeit nimmt im Verhältniß wie ihre Oberfläche zu.

Die *ausgebildeten* Blätter, Triebe und Zweige bedürfen zu ihrer eigenen Erhaltung der Nahrung nicht mehr, sie nehmen an Umfang nicht mehr zu; um als Organe fortzubestehen, haben sie ausschließlich nur die Mittel nöthig, die Function zu unterhalten, zu der sie die Natur bestimmt hat, sie sind nicht ihrer selbst wegen vorhanden.

Wir wissen, daß diese Function in ihrer Fähigkeit besteht, die atmosphärischen Nahrungsstoffe einzusaugen und unter

dem Einflusse des Lichtes, bei Gegenwart von Feuchtigkeit, ihre Elemente sich anzueignen.

Diese Function ist unausgesetzt, von der ersten Entwickelung an, in Thätigkeit, sie hört nicht auf mit ihrer völligen Ausbildung.

Aber die neuen, aus dieser unausgesetzt fortdauernden Assimilation hervorgehenden Producte, sie werden nicht mehr für ihre eigene Entwickelung verbraucht, sie dienen jetzt zur weitern Ausbildung des Holzkörpers und aller ihr ähnlich zusammengesetzten festen Stoffe, es sind die Blätter, welche jetzt die Bildung des Zuckers, des Amylons, der Säuren vermitteln. So lange sie fehlten, hatten die Wurzeln diese Verrichtung in Beziehung auf diejenigen Materien übernommen, welche der Halm, die Knospe, das Blatt und die Zweige zu ihrer Ausbildung bedurften.

In dieser Periode des Lebens nehmen die Organe der Assimilation aus der Atmosphäre mehr Nahrungsstoffe auf, als sie selbst verzehren, und mit der fortschreitenden Entwickelung des Holzkörpers, wo der Zufluß an Nahrung immer der nämliche bleibt, ändert sich die Richtung, in der sie verwendet wird, es beginnt die Entwickelung der Blüthe, und mit der Ausbildung der Frucht ist bei den meisten Pflanzen der Function der Blätter eine Grenze gesetzt, denn die Producte ihrer Thätigkeit finden keine Verwendung mehr. Sie unterliegen der Einwirkung des Sauerstoffs, wechseln in Folge derselben gewöhnlich ihre Farbe und fallen ab.

In der Periode der Blüthe und Fruchtbildung entstehen in allen Pflanzen in Folge einer Metamorphose der vorhandenen Stoffe eine Reihe von neuen Verbindungen, welche vorher fehlten, von Materien, welche Bestandtheile der sich bildenden Blüthe, Frucht oder des Samens ausmachen.

Metamorphosen vorhandener Verbindungen gehen in dem ganzen Lebensacte der Pflanzen vor sich, und in Folge derselben gasförmige Secretionen durch die Blätter und Blüthen, feste Excremente in den Rinden und wahrscheinlich auch von flüssigen löslichen Stoffen durch die Wurzeln. Diese Secretionen finden statt unmittelbar vor dem Beginne und während der Dauer der Blüthe, sie vermindern sich nach der Ausbildung der Frucht; durch die Wurzeln werden kohlenstoffreiche Substanzen abgeschieden und von dem Boden aufgenommen.

In diesen Stoffen, welche unfähig sind, eine Pflanze zu ernähren, empfängt der Boden den größten Theil des Kohlenstoffs wieder, den er den Pflanzen im Anfange ihrer Entwickelung in der Form von Kohlensäure gegeben hatte.

Die in dem Boden zurückgelassenen organischen Stoffe gehen durch den Einfluß der Luft und Feuchtigkeit einer fortschreitenden Veränderung entgegen; indem sie der Fäulniß und Verwesung unterliegen, erzeugt sich aus ihnen wieder der Nahrungsstoff einer neuen Generation, sie gehen in Humus über. Die im Herbste fallenden Blätter im Walde, die alten Wurzeln der Graspflanzen auf den Wiesen verwandeln sich durch diese Einflüsse ebenfalls in Humus. Der Kohlenstoff der Wurzeln der jährigen Gewächse, der Getreide und Gemüsepflanzen stammt zweifellos zum größten Theile aus der Atmosphäre.

Diese Wurzeln bleiben nach der Erndte in dem Boden unserer Aecker und gehen im Winter durch Fäulniß und Verwesungsprocesse in Humus, in die Materie also über, welche einer neuen Vegetation Kohlensäure zu liefern vermag. In dieser Form empfängt der Boden im Ganzen an

Kohlenstoff mehr wieder, als der verwesende Humus als Kohlensäure abgab.

Im Allgemeinen erschöpft keine Pflanze in ihrem Zustande der normalen Entwickelung den Boden in Beziehung auf seinen Gehalt an Kohlenstoff; sie macht ihn im Gegentheil reicher daran. Wenn aber die Pflanzen dem Boden den empfangenen Kohlenstoff wiedergeben, wenn sie ihn daran reicher machen, so ist klar, daß diejenige Menge, die wir in irgend einer Form bei der Erndte dem Boden nehmen, daß diese ihren Ursprung der Atmosphäre verdankt. Die einfache Betrachtung, daß das Wasser eines Brunnens in einem an Dammerde und damit an verwesenden Pflanzenstoffen reichen Garten farblos und krystallhell ist und keine Humussäure oder ein humussaures Salz enthält, daß in dem Wasser unserer Wiesenquellen, Bäche und Flüsse, der an alkalischen Basen reichen Säuerlinge keine Humussäure nachweisbar ist, zeigt, daß die fruchtbare Gartenerde keine wirkliche Humussäure enthält, oder daß die letztere durch Vermittelung des Wassers nicht in die Pflanzen übergeht, daß also die gewöhnliche Ansicht über die Wirkungsweise des Humus auf einem Irrthume beruht. Aus dem Gehalte des Wassers, was sich in einem Loche auf einer Wiese sammelt, an Kohlensäure und an den darin löslichen Basen, aus dem Gehalte der meisten Brunnenwasser an Kohlensäure geht die Wirkung des Humus und der verwesenden Pflanzenstoffe auf die Vegetation auf eine klare und unzweideutige Weise hervor. Alle diese Wasser sind ursprünglich Regenwasser gewesen, welches, durch den humushaltigen Boden gleich einem Filter sickernd, die durch dessen Verwesung entstandene Kohlensäure aufnimmt; das Wasser empfängt durch diese Kohlensäure das Vermögen, gewisse Mineralien im Bo-

den zu zersetzen und deren Bestandtheile löslich und aufnehmbar für die Pflanzenwurzeln zu machen, und es übt diese Kohlensäure hierdurch einen mächtigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens aus.

Der Humus ernährt die Pflanze nicht, weil er im löslichen Zustande von derselben aufgenommen und als solcher assimilirt wird, sondern weil er eine langsame und andauernde Quelle von Kohlensäure darstellt, welche als das Lösungsmittel gewisser für die Pflanze unentbehrlicher Bodenbestandtheile und auch als Nahrungsmittel die Wurzeln der Pflanze, so lange sich im Boden die Bedingungen zur Verwesung (Feuchtigkeit und Zutritt der Luft) vereinigt finden, in vielfacher Weise mit Nahrung versieht.

In den heißen Klimaten sind die grünenden Gewächse mehrentheils solche, die nur einer Befestigung in dem Boden bedürfen, um ohne Mitwirkung sich zu entwickeln. Wie verschwindend ist bei den Cactus-, Sedum- und Sempervivum-Arten die Wurzel gegen die Masse, gegen die Oberfläche der Blätter*), und in dem dürresten, trockensten Sande, sehen wir die milchsaftführenden Gewächse zur vollsten Entwickelung gelangen; die aus der Luft aufgenommene, zu ihrer Eri-

*) Der Cactus, welcher wahrscheinlich durch die Spanier nach Sicilien kam, ist für diese Insel und besonders für Palermo und die Aetnabevölkerung was für uns die Kartoffeln sind. Die ergiebige saftreiche und kühlende Frucht, welche dem Fremden anfänglich so fade dünkt, gewährt namentlich den niederen Klassen drei Monate lang die einzige sehr beliebte Nahrung.

Wie man bei uns von Getreidefeldern spricht, so überzieht die Gebirge bei Palermo der Cactus, und er ist hier um so wichtiger, als er in den alles Humus beraubten Felsspalten, in den Schlacken und Rissen der Lavaströme des Aetna leicht Wurzel faßt und seine verwesenden Blätter nach und nach eine für andere Pflanzen fruchtbare Erde schaffen (Ausland. S. 274. 3. Oct. 1842).

stenz unentbehrliche Feuchtigkeit wird durch die Beschaffenheit der Blätter und des Saftes selbst vor der Verdunstung geschützt; Kautschuck, Wachs bilden, wie in den öligen Emulsionen, während der Verdunstung an der Oberfläche des Saftes eine Art undurchdringlicher Hülle, sie strotzen von Saft. Wie in der Milch die sich bildende Haut der Verdunstung eine Grenze setzt, so in diesen Pflanzen der Milchsaft. Der Humus enthält zuletzt, als der Rückstand verwesender Pflanzenstoffe, allen Stickstoff dieser Vegetabilien und stellt in Folge fortschreitender Zersetzung eine im Boden stets gegenwärtige Stickstoffquelle dar.

Der Ursprung und die Assimilation des Wasserstoffs.

Der Kohlenstoff aller Theile der Bestandtheile der Vegetabilien stammt von der Kohlensäure, aller Wasserstoff der stickstofffreien Materien von dem Wasser.

Ein Kohlensäureatom besteht aus einer Gruppe von drei Atomen, eines derselben ist ein Kohlenstoffatom, die beiden andern sind zwei Sauerstoffatome:

$$CO,O = \text{Kohlensäure}.$$

Kein Bestandtheil eines Pflanzengebildes enthält auf ein Kohlenstoffatom mehr wie zwei Atome eines andern Elementes.

Alle stickstofffreien Bestandtheile der Vegetabilien, Oxalsäure, Weinsäure, Zucker, Amylon, Holzfaser &c. sind entstanden in der lebendigen Pflanze unter Mitwirkung des Sonnenlichts

und der durch Wurzeln und Blätter aufgesaugten Kohlensäure, in Folge einer Ausscheidung ihres Sauerstoffs, an dessen Platz eine gewisse Menge Wasserstoff, das Wasser tritt. In der einfachsten Form ausgedrückt, ist der Traubenzucker ein Kohlensäureatom, in welches an die Stelle von einem Sauerstoffatom ein Wasserstoffatom getreten ist:

$$CO, H = \text{Traubenzucker}^{*)}.$$

Der Traubenzucker enthält Kohlenstoff und die Elemente des Wassers genau in dem Verhältnisse wie im Wasser; eine ähnliche Zusammensetzung beobachten wir in dem Zellstoff, dem Rohrzucker, Gummi, Stärkemehl.

Die Zuckeratome haben eine ihnen eigene Form, sie lagern sich, indem sie krystallisiren, in Richtungen, welche durch eine chemische Kraft (Cohäsionskraft) bedingt sind, aber in der Bildung des Zellstoffs (der Cellulose), des Stärkemehls wirkt eine fremde Ursache mit, welche die Richtung der zwischen ihren Theilchen wirkenden Cohäsionskraft änderte; diese sind nicht mehr durch grade Linien und ebene Flächen, wie die Zuckertheilchen, sondern durch krumme Linien begrenzt.

Es ist augenscheinlich, daß das Stärkemehl, der Zellstoff in der Reihe der organischen Verbindungen höher, d. h. von der Kohlensäure weiter entfernt stehen, als der Rohr- und Traubenzucker, welche in ihrer Form von unorganischen Körpern sich nicht unterscheiden.

Wir können mit Leichtigkeit das Stärkemehl, den Zellstoff durch gewöhnliche chemische Actionen in Traubenzucker, die höhern in eine niedere organische Verbindung überführen, aber nicht umgekehrt den Zucker in Stärkemehl verwandeln, weil hierbei eine Ursache mitwirken muß, welche außerhalb der Or-

*) Dem Gewichtsverhältnisse nach ist $C = 6$, $O = 8$, $H = 1$.

ganismen nicht wahrgenommen wird. Wir haben allen Grund zu glauben, daß aus dem Zucker das Gummi, der Zellstoff und das Stärkemehl in der Pflanze entstehen, daß sie einzelne Glieder einer Reihe sind, welche mit dem Kohlensäureatom beginnt; alle diese Verbindungen sind mehr oder weniger veränderte Kohlensäureatome.

Die Beziehungen dieser Stoffe zu einander sind von der größten Einfachheit.

Traubenzucker enthält	.	$C_{12} H_{12} O_{12}$
Zellstoff »	.	$C_{12} H_{12} O_{12}$
Rohrzucker »	.	$C_{12} H_{11} O_{11}$
Gummi »	.	$C_{12} H_{11} O_{11}$
Stärkemehl »	.	$C_{12} H_{10} O_{10}$.

Man sieht in diesen Formeln auf den ersten Blick, daß Traubenzucker und Zellstoff, Rohrzucker und Gummi die nämlichen Elemente in denselben Verhältnissen enthalten, aber sie sind in andern Richtungen gelagert, wodurch die Verschiedenheit ihrer Eigenschaften bedingt ist. Aus dem Traubenzucker kann in dem Lebensproceß Rohrzucker, Gummi, Stärkemehl gebildet werden durch Austreten von ein oder zwei Atomen Wasser. In dem Zellstoff, dem Stärkemehl und in dem Zucker ist der chemische Character, den die Kohlensäure als Säure besitzt, völlig verschwunden, aber wir finden in allen Pflanzen, in ihren Säften ohne eine Ausnahme, eine ganze Reihe von Verbindungen, welche den chemischen Character der Kohlensäure ungeschwächt an sich tragen, wie die Oxalsäure, Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure, Aconitsäure, Maleinsäure ꝛc.; sie sind mehrentheils krystallisirbar und stehen offenbar der Kohlensäure, als dem Anfangs- und Ausgangspunkte aller organischen Verbindungen, weit näher als dem Zucker.

Während der Zucker Kohlenstoff und die Elemente des

Wassers enthält, bestehen diese Säuren aus Kohlenstoff, den Elementen des Wassers plus einer gewissen Menge Sauerstoff. Ihre Beziehungen zur Kohlensäure sind folgende: Die Oxalsäure enthält zwei Kohlenstoffatome und drei Sauerstoffatome, sie ist die einfachste und verbreitetste unter allen organischen Säuren und offenbar aus zwei Kohlensäureatomen entstanden durch Austreten von ein Atom Sauerstoff:

Kohlensäure . . . . . . $C_2\,O_2, O_2$

Oxalsäure . . . . $C_2\,O_2\;O$.

Die Oxalsäure enthält wasserfrei gedacht keinen Wasserstoff, alle anderen organischen Säuren enthalten Wasserstoff. Vergleicht man die Zusammensetzung der Aepfelsäure mit der der Oxalsäure, so ergiebt sich, daß sie die Elemente zweier Oxalsäureatome enthält, aus denen zwei Sauerstoffatome aus und zwei Wasserstoffatome eingetreten sind:

2 At. Oxalsäure . . $= C_4\,O_4,\,O_2$

Aepfelsäure . . . . $= C_4 \left.\begin{matrix}H_2\\O_2\end{matrix}\right\} O_2$

Weinsäure . . . . . $= C_4 \left.\begin{matrix}H_2\\O_2\end{matrix}\right\} O_3$.

Durch Austreten von Wasser oder seinen Elementen wird die Aepfelsäure zu Maleinsäure und Fumarsäure, die Citronensäure zu Aconitsäure, Säuren eigenthümlicher Natur, die sich direct aus Aepfelsäure und Citronensäure darstellen lassen:

3 Aeq.*) Aepfelsäure $= C_{12}\,H_6\,O_{12}$

3 Aeq. Citronensäure $= C_{12}\,H_5\,O_{11}$

3 Aeq. Aconitsäure $= C_{12}\,H_3\,O_9$

3 Aeq. Maleinsäure $= C_{12}\,H_3\,O_9$

3 Aeq. Fumarsäure $= C_{12}\,H_3\,O_9$.

*) 1 Aequivalent einer Säure ist die Menge Säure, welche 1 Aeq. Metalloxyd (MO) neutralisirt.

Es ist leicht verständlich, daß die Aepfelsäure und Weinsäure entstehen kann, indem die letztere in dem Lebensproceß 1 At. Sauerstoff verliert; und wenn wir uns denken, daß zu 3 Aeq. Aepfelsäure 6 At. Wasserstoff und 6 At. zersetztes Wasser treten, so haben wir die Zusammensetzung des Traubenzuckers.

Wie man leicht bemerkt, stellen diese organischen Säuren eine und dieselbe Reihe mit dem Zucker und dem Stärkemehl dar, es sind die Uebergangsglieder der Kohlensäure in Zucker, sowie dieser oder der Gummi ein Uebergangsglied der Kohlensäure in Stärkemehl ist.

Unter allen Umständen werden von der Oxalsäure aufwärts die organischen Körper in dem Lebensproceß gebildet aus Wasser und Kohlensäure, welche gleichzeitig zersetzt werden; aus der Kohlensäure und aus dem Wasser wird Sauerstoff ausgeschieden, von dem Wasserstoff des Wassers tritt eine gewisse Menge an die Stelle des aus der Kohlensäure ausgetretenen Sauerstoffs. Je mehr Sauerstoff aus dem Kohlensäureatom ausgetreten und je mehr Wasserstoff aus zersetztem Wasser an die Stelle des Sauerstoffs eingetreten ist, desto mehr entfernt sich die organische Verbindung in ihrer Zusammensetzung von der Kohlensäure; die an Sauerstoff reichen stehen der Kohlensäure näher wie die wasserstoffreichen und sauerstoffarmen; die flüchtigen sauerstofffreien Oele, wie Terpentinöl, Citronöl ꝛc., stehen in der Reihe der organischen Verbindungen höher wie die fetten Säuren und fetten Oele.

Die in den Säften und Organen einer Pflanze vorhandenen organischen Verbindungen sind nicht zufällig entstanden sondern ihre Bildung findet Statt nach bestimmten einer jeden Pflanze eigenthümlichen Gesetzen, welche von der Pflanzenphysiologie und Pflanzenchemie aufgesucht und festgestellt wer-

den müssen. Bis jetzt ist nur wenig von den Beziehungen bekannt, in welchen die in einer Pflanze vorkommenden Verbindungen zu einander stehen. In den unreifen Früchten sind die Säuren vorherrschend, welche mit dem Reifen verschwinden, während an ihrer Stelle Zucker, Pektin und Stärkemehl auftreten. In den unreifen Weintrauben finden wir Weinsäure, zur Zeit der Reife Aepfelsäure *), welche in der vollkommen ausgebildeten Weintraube fehlt. Eine Aufeinanderfolge ist hier unverkennbar; es ist kaum zu bezweifeln, daß das Kohlenstoffatom im Zucker ein Bestandtheil der Weinsäure war; die letztere stellt ihrer Zusammensetzung nach Oxalsäure dar, welche zur Hälfte in Zucker übergegangen ist **). Die chemische Zusammensetzung und die Aufeinanderfolge der in einem und demselben Pflanzentheil in der Zeit der beginnenden Entwickelung bis zur Vollendung derselben vorkommenden Verbindungen, die alle aus Kohlensäure entstanden, ihrer Natur und ihrem Verhalten nach sich immer weiter von der Kohlensäure entfernen, beweisen auf eine unwidersprechliche Weise, daß der Uebergang der Kohlensäure in einen Bestandtheil eines mit vitalen Kräften begabten Organs nicht sprungweise vor sich geht, sondern durch Zwischenglieder vermittelt wird, deren Vorhandensein die Erzeugung der zunächst und zuletzt gebildeten Verbindung bedingt. Für eine jede dieser Verbindungen scheinen gewisse innere und äußere Bedingungen, Sonnenlicht, Feuchtigkeit und Wärme, nothwendig und maßgebend zu sein, so daß der organische Zersetzungsproceß, wenn diese Bedingungen fehlen oder nicht zusammenwirken, unvollendet oder in ge-

*) Ich habe das Vorkommen der Aepfelsäure in dem Safte der reifenden Weintraube zu bestätigen Gelegenheit gehabt.

**) $C_{12} \left.\begin{matrix} H_{12} \\ O_{12} \end{matrix}\right\} + 6\, C_2 O_3 = 6$ Aeq. Weinsäure.

wissen Grenzen eingeschlossen bleibt; die inneren Bedingungen sind Bestandtheile, welche der Boden dem Pflanzenorganismus darbieten und liefern muß.

Die Hauptmasse aller Vegetabilien besteht aus Verbindungen, welche, wie Holzfaser, Stärkemehl, Zucker ꝛc., Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten. Die Kohlensäure enthält in 22 Gewichtstheilen 6 Thle. Kohlenstoff (= C) und 16 Thle. Sauerstoff (= 2 O), das Wasser enthält in 9 Thln. 1 Thl. Wasserstoff (= 1 H) und 8 Thle. Sauerstoff (= 1 O). Es ist klar, daß zur Entstehung einer Verbindung, welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten soll, aus 22 Kohlensäure, die Hälfte, und aus dem Wasser, dessen ganzer Gehalt an Sauerstoff austreten muß, zusammen 16 Gewichtstheile Sauerstoff:

Aus C O, O tritt aus O
» H, O » » O

es bleibt $C \left.\begin{matrix} H \\ O \end{matrix}\right\}$ und werden abgeschieden 2 O.

Man kann hieraus leicht berechnen, daß eine Fläche Land, welche in den darauf wachsenden Pflanzen in der Form von Holzfaser, Stärkemehl und ähnlich zusammengesetzten Producten, 10 Centner Kohlenstoff aus Kohlensäure verdichtet, 2600 Pfund (1 Pfund = ½ Kilogramm) reines Sauerstoffgas entsprechend über 900 Kubikmeter Sauerstoff an die Atmosphäre zurückgeben muß. Man kann annehmen, daß ein Stück Wiese, Wald, oder überhaupt cultivirtes Land, auf welchem 10 Ctr. Kohlenstoff in der Form von Holz, Gras, Blättern ꝛc. geerntet werden, die ganze Sauerstoffmenge wieder ersetzt, welche durch 10 Ctr. Kohlenstoff bei deren Verbrennung in der Luft oder durch den Respirationsproceß der Thiere verzehrt wird.

Der Assimilationsproceß in seiner einfachsten Form stellt

sich mithin dar als eine Aufnahme von Wasserstoff aus dem Wasser und von Kohlenstoff aus der Kohlensäure, in Folge welcher aller Sauerstoff des Wassers und aller Sauerstoff der Kohlensäure, wie bei der Bildung der sauerstofffreien Oele ꝛc., oder nur ein Theil dieses Sauerstoffs abgeschieden wird.

Unter diesem Gesichtspunkte stellt sich der Lebensproceß dar als der Gegensatz des chemischen Processes in der Salzbildung. Kohlensäure, Wasser und Zink z. B., mit einander in Berührung, üben eine bestimmte Wirkung auf einander aus, unter Abscheidung von Wasserstoff entsteht eine weiße pulverförmige Verbindung, welche Kohlensäure, Zink und den Sauerstoff des Wassers enthält. In dem Organismus der Pflanze vertreten die belebten anziehenden Theile derselben das Zink, es entstehen, unter Ausscheidung von Sauerstoff, Verbindungen, welche die Elemente der Kohlensäure und den Wasserstoff des Wassers enthalten.

Die Verwesung ist im Eingange als der große Naturproceß bezeichnet worden, in welchem die Pflanze den Sauerstoff an die Luft wieder abgiebt, den sie im lebenden Zustande von derselben nahm. In der Entwickelung begriffen, hat sie Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure und Wasserstoff aufgenommen, unter Abscheidung des Sauerstoffs des Wassers und einem Theile oder allem Sauerstoffe der Kohlensäure. In dem Verwesungsprocesse wird genau die dem Wasserstoffe entsprechende Menge von Wasser durch Oxydation auf Kosten der Luft wieder gebildet; aller Sauerstoff der organischen Materie kehrt in der Form der Kohlensäure zur Atmosphäre zurück. Nur in dem Verhältnisse also, in welchem die verwesenden Materien Sauerstoff enthalten, können sie in dem Acte der Verwesung Kohlensäure entwickeln, die Säuren mehr als die neutralen Verbindungen; die fetten Säuren, Harz

und Wachs, erhalten sich in dem Boden Jahrhunderte lang ohne bemerkbare Veränderung*).

Der Ursprung und die Assimilation des Stickstoffs**).

In dem humusreichsten Boden kann die Entwickelung der Vegetabilien nicht gedacht werden ohne das Hinzutreten von Stickstoff oder einer stickstoffhaltigen Materie.

In welcher Form und wie liefert die Natur dem vegetabilischen Eiweiß, dem Kleber, den Früchten und Samen diesen für ihre Existenz durchaus unentbehrlichen Bestandtheil?

Auch diese Frage ist einer einfachen Lösung fähig, wenn man sich erinnert, daß Pflanzen zum Wachsen, zur Entwickelung gebracht werden können in Mischungen von ausgeglühter Erde mit Torfasche, oder Kohlenpulver beim Begießen mit Regenwasser.

*) Auf gleiche Weise wissen wir nicht, woher der Stickstoff der Pflanzen kommt, man hat nicht finden können, daß sie ihn aus der Luft aufnehmen; es bleibt daher für diese Bestandtheile nur übrig, daß sie die Pflanzen aus dem mit der Erde vermischten Moder, (Humus) erhalten, welcher die Ueberreste anderer zerstörter organischer Stoffe ausmacht (Berzelius' Lehrbuch 1837).

**) »Herr Liebig, der nur dem Ammoniak oder seinen Salzen (aus der Salpetersäure) die Uebertragung des Stickstoffs auf die Pflanze zuschreibt, sagt, daß dasselbe immer im destillirten Wasser enthalten sei.« — Wir werden die Nützlichkeit des Ammoniaks als Bestandtheil des Düngers, Mergels, Thons &c. nicht bestreiten, wir wollen nur sagen, daß es hauptsächlich verwendet wird, nicht um sich isolirt mit den Pflanzen zu verbinden, sondern als Auflösungs-

Das Regenwasser kann den Stickstoff nur in der Form von aufgelös'ter atmosphärischer Luft, oder in der Form von Ammoniak und Salpetersäure enthalten.

Wir haben, wie man später sehen wird, keine Beweise für die Meinung, daß der Stickstoff der Atmosphäre Antheil an dem Assimilationsprocesse der Thiere oder Pflanzen nimmt, im Gegentheil wissen wir, daß viele Pflanzen Stickstoff aushauchen, den die Wurzeln in der Form von Luft oder aufgelös't im Wasser aufgenommen hatten.

Wir haben auf der anderen Seite zahllose Erfahrungen, daß, wenn die anderen nothwendigen Bedingungen mitwirken, der Ertrag eines Feldes die Menge der stickstoffhaltigen Produkte des Pflanzenlebens, welche eine gegebene Fläche Land hervorbringt, in einer bestimmten Beziehung steht zu der Menge des aufgenommenen Stickstoffs, der ihren Wurzeln in der Form von Ammoniak durch verwesende thierische Körper zugeführt wird.

Das Ammoniak steht in der Mannigfaltigkeit der Metamorphosen, die es bei Berührung mit anderen Körpern einzugehen vermag, dem Wasser, was sie in einem so eminenten Grade darbietet, in keiner Beziehung nach. In reinem Zustande im Wasser in hohem Grade löslich, fähig, mit allen Säuren lösliche Verbindungen zu bilden, fähig, in Be-

---

mittel des Humus und der im Boden und der Luft enthaltenen organischen Materien. — Um aber diese verschiedenen Quellen (Ammoniak und Salpetersäure) mitwirken zu lassen, müssen wir von der Erfahrung abgehen, indem noch keine Beobachtung bewiesen hat, daß die Pflanzen unmittelbar Ammoniak oder Salpetersäure assimiliren. — »Daß die Pflanzen ihren Stickstoff beinahe gänzlich durch die Absorption der löslichen organischen Substanzen empfangen, geht aus den angeführten Beobachtungen hervor.« — (Th. de Saussure, Bibliothéque universelle T. XXXVI. p. 430, auch Ann. d. Chem. u. Pharm. T. 42, p. 275. 1842.)

rührung mit anderen Körpern, seine Natur als Alkali gänzlich aufzugeben und die verschiedenartigsten direct einander gegenüberstehenden Formen anzunehmen: diese Eigenschaften finden wir in keinem anderen stickstoffhaltigen Körper wieder.

Ameisensaures Ammoniak verwandelt sich durch den Einfluß einer höheren Temperatur in Blausäure und Wasser, ohne Abscheidung eines Elements; mit Cyansäure bildet das Ammoniak Harnstoff; mit ätherischem Senföl, Bittermandelöl eine Reihe krystallinischer Körper; mit dem krystallisirbaren bittern Bestandtheile der Wurzelrinde des Apfelbaums, dem Phloridzin, mit dem süßen des Lichen dealbatus, dem Orcin, mit dem geschmacklosen der Roccella tinctoria, dem Erythrin verwandelt es sich bei Gegenwart von Wasser und Luft in prachtvoll blaue oder rothe Farbestoffe; sie sind es, welche als Lackmus, Orseille, künstlich erzeugt werden. In allen diesen Verbindungen hat das Ammoniak aufgehört, in der Form von Ammoniak zu existiren, in der Form eines Alkalis. Viele blaue Farbestoffe, welche durch Säuren roth, viele rothe, welche durch Alkalien blau werden, enthalten Stickstoff, aber den Stickstoff nicht in der Form einer Basis. Der Indigo ist eine Stickstoffverbindung.

Die organischen Basen, das Chinin der Chinarinde, das Morphin des Opiums, das Strychnin, das Nicotin des Tabaks rc. sind, wie die organische Chemie lehrt, unzweifelhaft aus dem Ammoniak entstanden, es sind dem Ammoniak analoge Verbindungen, entstanden in Folge der Vertretung von einem oder mehreren Wasserstoffatomen durch zusammengesetzte organische Radikale.

Dieses Verhalten reicht nicht allein hin, um die Meinung zu rechtfertigen, daß das Ammoniak es ist, was allen

Vegetabilien ohne Ausnahme den Stickstoff in ihren stickstoffhaltigen Bestandtheilen liefert.

Betrachtungen anderer Art geben nichtsdestoweniger dieser Meinung einen Grad der Gewißheit, der jede andere Form der Assimilation des Stickstoffs gänzlich ausschließt.

Fassen wir in der That den Zustand eines wohlbewirthschafteten Gutes in's Auge von der Ausdehnung, daß es sich selbst zu erhalten vermag, so haben wir darauf eine gewisse Summe von Stickstoff, was wir in der Form von Thieren, Menschen, Getreide, Früchten, in der Form von Thier- und Menschenexcrementen in ein Inventarium gebracht uns vorstellen wollen. Das Gut wird bewirthschaftet ohne Zufuhr von Stickstoff in irgend einer Form von außen.

Jedes Jahr nun werden die Producte dieser Oekonomie ausgetauscht gegen Geld und andere Bedürfnisse des Lebens, gegen Materialien, die keinen Stickstoff enthalten. Mit dem Getreide, mit dem Vieh führen wir aber ein bestimmtes Quantum Stickstoff aus, und diese Ausfuhr erneuert sich jedes Jahr ohne den geringsten Ersatz; in einer gewissen Anzahl von Jahren nimmt das Inventarium an Stickstoff noch überdies zu. Wo kommt, kann man fragen der jährlich ausgeführte Stickstoff her?

Der Stickstoff in den Excrementen kann sich nicht reproduciren, die Erde kann keinen Stickstoff liefern, es kann nur die Atmosphäre sein, aus welcher die Pflanzen und in Folge davon die Thiere ihren Stickstoff schöpfen.

Es wird in dem zweiten Theile entwickelt werden, daß die letzten Producte der Fäulniß und Verwesung stickstoffhaltiger thierischer Körper in zwei Formen auftreten, in den gemäßigten und kalten Climaten vorzugsweise in der Form der Wasserstoffverbindung des Stickstoffs, als Ammoniak, unter den Tro-

pen am häufigsten in der Form seiner Sauerstoffverbindung, der Salpetersäure, daß aber der Bildung der letztern an der Oberfläche der Erde stets die Erzeugung der erstern vorangeht. Ammoniak ist das letzte Product der Fäulniß animalischer Körper, Salpetersäure ist das Product der Verwesung des Ammoniaks. Eine Generation von einer Milliarde Menschen erneuert sich alle dreißig Jahre; Milliarden von Thieren gehen unter und reproduciren sich in noch kürzeren Perioden. Wo ist der Stickstoff hingekommen, den sie im lebenden Zustande enthielten?

Keine Frage läßt sich mit größerer Sicherheit und Gewißheit beantworten. Die Leiber aller Thiere und Menschen geben nach dem Tode durch ihre Fäulniß allen Stickstoff, den sie enthalten, in der Form von Ammoniak an die Atmosphäre zurück. Selbst in den Leichen auf dem Kirchhofe des Innocens in Paris, 60 Fuß unter der Oberfläche der Erde, war aller Stickstoff, den sie in dem Adipocire zurückbehielten, in der Form von Ammoniak enthalten; es ist die einfachste, die letzte unter allen Stickstoffverbindungen, und es ist der Wasserstoff, zu dem der Stickstoff die entschiedenste, die überwiegendste Verwandtschaft zeigt.

Der Stickstoff der Thiere und Menschen ist in der Atmosphäre als Ammoniak enthalten, in der Form eines Gases, was sich mit Kohlensäure zu einem flüchtigen Salze verbindet, ein Gas, was sich im Wasser mit außerordentlicher Leichtigkeit löſ't, dessen flüchtige Verbindungen ohne Ausnahme die nämliche Löslichkeit besitzen.

Als Ammoniak kann sich der Stickstoff in der Atmosphäre nicht behaupten, denn mit jeder Condensation des Wasserdampfes zu tropfbarem Wasser muß sich alles Ammoniak verdichten, jeder Regenguß muß die Atmosphäre in gewissen Strecken von allem Ammoniak befreien. Das Regen-

wasser muß zu allen Zeiten Ammoniak enthalten; im Sommer, wo die Regentage weiter von einander entfernt stehen, mehr als im Winter oder Frühling; der Regen des ersten Regentages muß davon mehr enthalten, als der des zweiten; nach anhaltender Trockenheit müssen Gewitterregen die größte Quantität Ammoniak der Erde wieder zuführen. Die Analysen der Luft haben aber bis jetzt diesen, in derselben nie fehlenden Ammoniakgehalt nicht angezeigt; ist es denkbar, daß er unseren feinsten und genauesten Instrumenten entgehen konnte? Gewiß ist diese Quantität für einen Cubikfuß Luft verschwindend, dessenungeachtet ist sie, die Summe des Stickstoffgehaltes von Tausenden von Milliarden Thieren und Menschen, mehr als hinreichend, um die einzelnen Milliarden der lebenden Geschöpfe mit Stickstoff zu versehen.

Aus der Tension des Wasserdampfes bei 15° R. (6,98 Par. Linien) und aus dem bekannten specifischen Gewichte desselben bei 0° ergiebt sich, daß bei 15° und 28″ Barometerstand 1 Cubikmeter = 64 Cubikfuß (hess.) Wasserdampf von 15° enthalten sind in 48,1 Cubikmeter = 3081,6 Cubikfuß Luft. Diese 64 Cubikfuß Wasserdampf wiegen 767 Grammen oder 1 Pfd. 16,8 Loth.

Wenn wir nun annehmen, daß die bei 15° völlig mit Feuchtigkeit gesättigte Luft alles Wasser, was sie in Gasgestalt enthält, tropfbar flüssig in der Form von Regen fallen läßt, so bekommen wir 1 Pfd. Regenwasser aus 2020,3 Cubikfuß Luft.

Mit diesem einen Pfunde Regenwasser muß die ganze Quantität des in der Form von Gas, in 2020 Cubikfuß Luft enthaltenen Ammoniaks der Erde wieder zugeführt werden. Nehmen wir nun an, daß diese 2020 Cubikfuß

Luft nur einen einzigen Gran Ammoniak enthalten, so enthalten 10 Cubikzoll Luft, die wir der Analyse unterwerfen, 0,0000048 Gran Ammoniak; diese außerordentlich geringe Quantität ist absolut unbestimmbar in der Luft durch die feinsten und besten Eudiometer; ihre Bestimmung fiele in die Beobachtungsfehler selbst dann noch, wenn sie zehntausendmal mehr betrüge.

Aber in dem Pfunde Regenwasser, was den ganzen Ammoniakgehalt von 2020,3 Cubikfuß Luft enthält, muß sie bestimmbar sein; es ist klar, daß, wenn dieses eine Pfund nur $^1/_4$ Gran Ammoniak enthält, daß jährlich in den 2,500,000 Pfd. Regenwasser, die durchschnittlich auf 2500 □ Meter Land fallen, nahe an 80 Pfd. Ammoniak und damit 65 Pfd. reiner Stickstoff zugeführt werden. Dies würde bei weitem mehr sein als 2650 Pfd. Holz oder 2800 Pfd. Heu oder 200 Ctr. Runkelrüben, die Erträge von 1 Morgen Wald, Wiese und cultivirtem Lande, in der Form von vegetabilischem Eiweiß oder Kleber enthalten*).

*) Die Menge von Ammoniak und Salpetersäure, welche durch Regen und Luft während eines Jahres der Oberfläche der Erde zugeführt wird, ist in den letzten Jahren an verschiedenen Orten mit Sorgfalt bestimmt worden. Die jährlich fallende Regenmenge wechselt, wie man weiß, nach der Lage der Orte, im Allgemeinen nimmt die Masse des Niederschlags ab mit der Entfernung vom Meere und mit wachsender Breite. Der Gehalt des Regenwassers an Ammoniak und Salpetersäure ist eben so ungleich und wechselnd; in der Nähe von Städten ist das Regenwasser weit reicher an diesen Verbindungen wie auf dem platten Lande. Die neuesten Untersuchungen von Bineau, welche mit besonderer Umsicht in Lyon auf dem dortigen Observatorium angestellt worden sind, geben hierzu sehr lehrreiche Belege ab.

Im Jahre 1853 fielen auf 1 Quadratdecimeter Fläche 6534 Grm. Regenwasser, in welchen 44,4 Milligrm. Ammoniak und 7 Milligrm. Salpetersäure enthalten waren; dies macht auf 1 Million Quadratdecimeter oder auf 1 Hectare, 44,4 Kilogr. Ammoniak und 7 Kilogrm.

Die genauesten und mit aller Sorgfalt in dem hiesigen Laboratorium angestellten Versuche haben den Ammoniakgehalt des Regenwassers außer allen Zweifel gestellt; er ist bis jetzt

---

Salpetersäure aus, welche sich nach den Jahreszeiten in folgender Weise vertheilen:

	Auf 1 □ Decim. fiel Regenwasser	Milligrm. Ammoniak auf 1 □ Decim.	Milligrm. Salpetersäure auf 1 □ Decim.
Winter	0,808	13,1	0,2
Frühling	1,108	13,4	0,9
Sommer	1,878	6,7	3,6
Herbst	2,740	11,2	2,3
	6,534	44,2	7,0

Die folgende Tabelle giebt einen Begriff von der Menge und Ungleichheit des in Städten und auf dem Lande gefallenen Regens an Ammoniak:

	Ammoniak		Salpetersäure
	Milligrm. im Liter.	Milligr. auf 1 □ Decim. od. Kilogrm. pro Hectare.	Kilogrm. pro Hectare.
Paris 1851 (Barral) . .	3,4	15,3	61,7
» 1851 bis 52 . . .	2,7	13,8	46,3
Lyon 1852 (Bineau) .	4,4	36,8	—
» 1853	6,8	44,4	7
Fort Lamotte 1853 . . .	1,1	7,7	23
La Saulsaie 1852 . . .	3,0	21,1	—
Oullins 1853	0,9	—	—
Liebfrauenberg Mai bis Oct.	0,79	—	—
» Mai bis Nov.	0,52	—	—

nur deshalb aller Beachtung entgangen, weil Niemand daran gedacht hat, in Beziehung auf seine constante Gegenwart eine Frage zu stellen.

Zwischen dem Salpetersäure- und Ammoniakgehalt des Regenwassers besteht offenbar eine constante Beziehung, wie sie bereits von Barral hervorgehoben ist; in Lyon, wo das Regenwasser die größte Menge Ammoniak enthielt, betrug die Stickstoffmenge in der Salpetersäure ein Minimum; man kann nicht wohl voraussetzen, daß die von Schönbein in dem ozonisirten Sauerstoff entdeckte Ursache der Salpetersäurebildung eher auf den Stickstoff der Luft, als auf das weit verbrennlichere Ammoniak wirkt; man muß im Gegentheil voraussetzen, daß, solange noch Ammoniak in der Luft enthalten ist, der Stickstoff für sich nicht in Salpetersäure übergeht. Da nun alle Regenwasser stets Ammoniak enthalten und die Abnahme des Ammoniaks mit der Zunahme an Salpetersäure in einem gewissen Verhältniß steht, so kann man ohne einen großen Fehler zu begehen annehmen, daß die durch Ozonisirung gebildete Salpetersäure des Regenwassers durch die Oxydation des in der Luft vorhandenen Ammoniaks erzeugt ist.

Kleine, mittelst des Regenmessers nicht meßbare Regenfälle, der Thau und Reif enthalten im Verhältniß ihrer Masse eine weit größere Menge Ammoniak als das Regenwasser. In Liebfrauenberg gesammelter Thau lieferte Boussingault in 1 Liter 1 bis 6 Milligrm. Ammoniak; einmal war das bei Nebel verdichtete Wasser so ammoniakalisch, daß es rothe Lackmustinktur bläute; bei einem dichten Nebel in Paris gesammeltes Wasser enthielt sogar in 1 Liter 137,85 Milligrm. Ammoniak. In Wasser von Rauhreif fand Bineau 70 Milligrm., in Wasser von Eis, welches sich im Januar um die Thermometer gebildet hatte, 60 bis 65 Milligrm. Ammoniak pro Liter. Horsford fand im Gletschereis 2 Milligrm. Ammoniak im Liter des daraus geschmolzenen Wassers.

Bineau fand, daß sich die Ammoniakmenge des in 4½ Monaten (vom 16. Decemb. 1851 bis 30. April 1852) gesammelten Regenwassers im Regenmesser, zu der Menge Ammoniak, die im Thau und Reif und unmeßbar kleinen Regenfällen gefallen war, wie 11,4 zu 10,9 verhielt, und wenn sich dieses Verhältniß für das ganze Jahr gleich bleibt, so ergiebt sich daraus, daß dem Boden durch Thau und Reif und Nebelregen ebenso viel Ammoniak zugeführt wird, als wie durch das Regenwasser, und in der Hochebene Amerikas, wo es oft im ganzen Jahr nicht regnet, empfangen die Pflan-

Alles Regenwasser, was zu diesen Versuchen genommen wurde, war etwa 600 Schritte südwestlich von der Stadt Gießen in einer Lage aufgefangen, wo die Richtung des Regenwindes nach der Stadt zugekehrt war.

---

zen durch die starken Thaufälle offenbar die Hauptmasse des ihnen unentbehrlichen Stickstoffs.

Die Pflanzen empfangen Ammoniak aus dem Regenwasser, dem Schnee und Thau, aber sie nehmen auch eine gewisse Menge direct aus der Luft auf und die Bestimmungen des Ammoniakgehalts der Luft sind deshalb von Interesse; die von verschiedenen Beobachtern gewonnenen Zahlen weichen aber noch weit mehr von einander ab, als die Angaben über den Gehalt im Regen.

In 1 Million. Gewichtstheilen Luft fand Horsford:

3. Juli	42,99	Gewichtsthl. Ammoniak
9. »	46,12	» »
9. »	47,63	» »
1 bis 20. September .	29,74	» »
11. October	28,23	» »
14. »	25,79	» »
30. October	13,93	» »
6. November	8,09	» »
10. bis 13 Nov. . . .	8,09	» »
14. bis 16. » . . .	4,70	» »
17. Nov. bis 5. Dec. .	6,98	» »
20. bis 21. Dec. . . .	6,98	» »
29. Dec.	1,217	» »

Aus diesen sowie aus den ausführlicheren Bestimmungen von Bineau scheint hervorzugehen, daß der Ammoniakgehalt der Luft im geraden Verhältniße, der des Regenwassers im umgekehrten zur Temperatur steht. Im Sommer ist hiernach der Gehalt des Regenwassers an Ammoniak klein, der der Luft groß; im Winter die Luft arm, der Regen und das Schneewasser reich an Ammoniak, was mit den Löslichkeitsverhältnissen des kohlensauren Ammoniaks in Beziehung zu stehen scheint.

In 1 Million Gewichtstheilen Luft fand:

de Porre (im Winter)	3,5	Ammoniak
Ville, 1850, Mittel	23,73	Maximum 31,71 Minimum 17,76
» 1851 »	21,10	Maximum 27,26 Minimum 16,52

Als man mehrere hundert Pfunde Regenwasser in einer reinen kupfernen Blase der Destillation unterwarf und die zuerst übergehenden Pfunde mit Zusatz von Salzsäure verdampfen ließ, so bekam man nach gehöriger Concentration beim Erkalten eine netzförmige sehr erkennbare Krystallisation von Salmiak; stets waren die Krystalle braun oder gelb gefärbt.

Das Ammoniak fehlt eben so wenig im Schneewasser. Der Schnee enthält beim Beginne des Schneefalls ein Maximum von Ammoniak, und selbst in dem, welcher 9 Stunden nach dem Anfange des Schneiens gefallen war, ließ sich das Ammoniak auf's deutlichste nachweisen.

Kemp, Küste von Irland	3,88	Ammoniak
Gräger, Mülhausen, während 4 Regentagen	0,33	»
Fresenius, Wiesbaden, am Tage	0,10	»
(Aug. u. Sept. 1848) bei Nacht	0,17	»
Bineau, in Lyon, (Observatorium) Min. .	0,15	»
» » » Max. .	0,26	»
Derselbe, Lyon, Quai de Ratz, Minimum .	0,13	»
» » » Maximum .	0,54	»
Derselbe, Tarare (Garten)	0,06	»
Derselbe, Caluire, Minimum	0,02	»
» » Maximum	0,09	»

Bineau schließt seine Untersuchungen folgendermaßen: »Ich nehme an, wie meine Versuche zu ergeben scheinen, daß die Atmosphäre den Pflanzen im Felde im Mittel zehntausendmal weniger Ammoniak als Kohlensäure darbietet; dies macht ohngefähr $1/_{3000}$ Ammoniak auf einen Theil Kohlenstoff aus. Dieses Verhältniß ist weit unter dem, welches die Pflanzen bedürfen, denn die Analyse zeigt, daß die Pflanzen mehr als $1/_{50}$ Stickstoff auf 1 Thl. Kohlenstoff enthalten. Aber auf der andern Seite empfangen die Pflanzen im Regen und Thau das Ammoniak in einem viel größeren Verhältniß als $1/_{50}$ des Kohlenstoffs, und überdies wird dasselbe von dem Boden fester zurückgehalten als wie die Kohlensäure. Die Vorstellung eines Ersatzes aus diesen Quellen bietet hiernach dem Geiste nichts Widerstrebendes dar.« (Annal. de chim. et de phys. T. 42, S. 474.)

Hünefeld hat dargethan, daß alle Brunnen in Greifswalde, Wiek, Eldena, Kostenhagen kohlensaures und salpetersaures Ammoniak enthalten; man hat Ammoniaksalze in vielen Mineralquellen, z. B. in Kissingen und anderswo entdeckt; der Gehalt der letzteren kann allein nur aus der Atmosphäre kommen*).

Jedermann kann sich auf die einfachste Weise von seinem Vorhandensein im Regenwasser überzeugen, wenn man frisch aufgefangenes Regenwasser in reinen Porzellanschalen, mit Zusatz von etwas Schwefelsäure oder Salzsäure, bis nahe zur Trockniß verdampfen läßt. Diese Säuren nehmen dem Ammoniak, indem sie sich damit verbinden, seine Flüchtigkeit; der Rückstand enthält Salmiak oder schwefelsäures Ammoniak, welches man mit Platinchlorid und noch viel leichter an dem durchdringend urinösen Geruche erkennt, welcher sich beim Zusatz von pulverigem Kalkhydrat entwickelt.

Von diesem Ammoniakgehalte rührt die von dem reinen destillirten Wasser so verschiedene Beschaffenheit in der Benetzung der Haut, sogenannte Weichheit des Regenwassers, her; es ist darin enthalten als kohlensaures Ammoniak.

Das Vorhandensein des Ammoniaks in der Atmosphäre**), als unbestreitbare Thatsache festgestellt, wissen wir, daß sich

*) Der oft bedeutende Gehalt des Brunnenwassers an Ammoniak ist wohl Niemandem bekannter als den Pharmaceuten, welche bei Destillation von Wasser oft den vierten Theil des zuerst übergehenden wegzuschütten haben, ehe sie mit Quecksilbersublimat eine klarbleibende Auflösung erhalten. (Wiegmann u. Polstorf, gekrönte Preisschrift: Ueber die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen. Braunschweig, Vieweg. 1842. S. 54.)

**) Man kann an dem Vorhandensein ammoniakalischer Dünste in der Atmosphäre nicht zweifeln, wenn man sieht, daß schwefelsaure Thonerde sich an der Luft endlich in Ammoniak-Alaun verwandelt (de Saussure, Réch. sur la végét. deutsche Ausgabe 190).

seine Gegenwart in jedem Zeitmomente durch die ununterbrochen fortschreitende Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Stoffe in der Luft wieder erneuert; ein Theil des mit dem Regenwasser niedergefallenen Ammoniaks verdampft wieder mit dem Wasser; ein anderer Theil wird, wir wollen es annehmen, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, und indem es neue Verbindungen eingeht, entstehen daraus, je nach den verschiedenen Organen der Assimilation und der Mitwirkung gewisser anderer Bedingungen, Eiweißstoff, Kleber und vegetabilisches Casein, oder Chinin, Morphium, Cyan und die große Zahl der anderen Stickstoffverbindungen. Das bekannte chemische Verhalten des Ammoniaks entfernt jeden, auch den leisesten Zweifel in Beziehung auf seine Fähigkeit, Verbindungen dieser Art einzugehen, sich also zu den mannigfaltigsten Metamorphosen zu eignen; die jetzt zu lösende Frage beschränkt sich lediglich darauf, ob das Ammoniak in der Form von Ammoniak von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, ob es von den Organen der Pflanzen zur Hervorbringung der darin enthaltenen stickstoffhaltigen Stoffe verwendet wird. Diese Frage ist leicht und mit den bekanntesten und entscheidendsten Thatsachen zu lösen.

Im Jahre 1834 beschäftigte ich mich in Gießen gemeinschaftlich mit Dr. Wilbrand, Professor der Botanik, mit der Bestimmung des Zuckergehaltes verschiedener Ahornarten, welche auf ungedüngtem Boden standen. Wir bekamen aus allen, durch bloße Abdampfung ohne weitern Zusatz, krystallisirten Zucker und machten bei dieser Gelegenheit die unerwartete Beobachtung, daß dieser Saft bei Zusatz von Kalk, wie der Rohrzucker bei der Raffination behandelt, eine große Menge Ammoniak entwickelte. In der Voraussetzung, daß durch die Bosheit eines Menschen Urin in die an den Bäumen

aufgestellten Gefäße zum Auffammeln des Saftes gekommen wäre, wurden sie mit großer Aufmerksamkeit überwacht, allein auch in diesem Safte fand sich wieder eine reichliche Menge Ammoniak in der Form eines neutralen Salzes vor, denn der Saft war vollkommen farblos und besaß keine Wirkung auf Pflanzenfarben.

Dieselbe Beobachtung wurde am Birkensaft gemacht, welcher, zwei Stunden von jeder menschlichen Wohnung entfernt, von Bäumen aus dem Walde gewonnen war; der mit Kalk geklärte Saft abgedampft, entwickelte reichlich Ammoniak.

Das Thränenwasser der Weinrebe hinterläßt, mit einigen Tropfen Salzsäure abgedampft, eine farblose gummiähnliche zerfließliche Masse, welche durch Zusatz von Kalk reichlich Ammoniak entwickelt.

In den Rübenzuckerfabriken werden Tausende von Cubikfußen Saft täglich mit Kalk geklärt, von allem Kleber und vegetabilischem Eiweiß befreit, zur Krystallisation abgedampft. Jedermann, welcher in eine solche Fabrik eintritt, wird von der außerordentlich großen Menge Ammoniak überrascht, was sich mit den Wasserdämpfen verflüchtigt und in der Luft verbreitet. Auch dieses Ammoniak ist darin in der Form eines Ammoniaksalzes zugegen, denn der neutrale Saft verhält sich wie ihre Auflösungen im Wasser; er nimmt wie diese beim Verdampfen eine saure Reaction an, indem sich das neutrale Salz durch Ammoniakverlust in saures verwandelt. Die freie Säure, die hierbei entsteht, ist, wie man weiß, eine Quelle von Verlust an Rohrzucker für die Rübenzuckerfabrikanten, da durch sie ein Theil des Rohrzuckers in nicht krystallisirbaren Traubenzucker und Syrup übergeht. Die in den Apotheken durch Destillation über Blüthen,

Kräutern und Wurzeln enthaltenen Wasser, alle Extracte von Pflanzen enthalten Ammoniak. Der unreife, einer durchsichtigen Gallerte ähnliche Kern der Mandeln und Pfirsiche entwickelt beim Zusatze von Alkalien reichlich Ammoniak (Robiquet). Der Saft frischer Tabaksblätter enthält Ammoniaksalze. Wurzeln (Runkelrüben), Stämme (Ahorn), alle Blüthen, die Früchte im unreifen Zustande, überall findet sich Ammoniak.

In dem Ahornsafte, dem Birkensafte, ist neben Zucker der stickstoffreichste unter allen Körpern das Ammoniak, es sind darin alle Bedingungen der Bildung der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Bestandtheile der Triebe, Sprossen und Blätter enthalten. Mit ihrer Entwickelung vermindert sich die Menge des Saftes, mit ihrer Ausbildung giebt der Baum keinen Saft mehr. Den entscheidendsten Beweis, daß es das Ammoniak ist, was den Vegetabilien den Stickstoff liefert, giebt die animalische Düngung in der Cultur der Futtergewächse und Cerealien.

Der Gehalt an Kleber ist in dem Weizen, in dem Roggen, der Gerste äußerst verschieden, ihre Körner, auch in dem ausgebildetsten Zustande, sind ungleich reich an diesem stickstoffhaltigen Bestandtheile. In Frankreich fand Proust 12,5 Proc., in Baiern Vogel 24; nach Davy enthält der Winterweizen 19, der Sommerweizen 24 Proc., der Sicilianische 21, der aus der Berberei 19 Proc. Das Mehl aus Elsasser Weizen enthält nach Boussingault 17,3, aus Weizen, der im Jardin des plantes gezogen ward, 26,7, der Winterweizen enthält 33,3 Proc. (Boussingault) Kleber. Diesen so großen Abweichungen muß eine Ursache unterliegen, und wir finden diese Ursache in der Cultur. Eine Vermehrung des animalischen Düngers hat nicht allein eine Vermeh-

rung der Anzahl der Samen zur Folge, sie übt auch einen nicht minder bemerkenswerthen Einfluß auf die Vergrößerung des Glutengehaltes.

Die Wirkung des animalischen Düngers ist, wie später gezeigt werden soll, sehr zusammengesetzt, in Beziehung auf seinen Stickstoffgehalt wirkt er aber nur durch Ammoniakbildung; in gefaultem Menschenharn ist der Stickstoff als kohlensaures, phosphorsaures, salzsaures Ammoniak, und in keiner anderen Form, als in der Form eines Ammoniaksalzes enthalten.

In Flandern wird der gefaulte Urin mit dem größten Erfolge als Dünger verwendet. In der Fäulniß des Urins erzeugen sich im Ueberfluß, man kann sagen, ausschließlich nur Ammoniaksalze, denn unter dem Einflusse der Wärme und Feuchtigkeit verwandelt sich der Harnstoff, welcher in dem Urine vorwaltet, in kohlensaures Ammoniak. An der Peruanischen Küste wird der Boden, der an und für sich im höchsten Grade unfruchtbar ist, vermittelst eines Düngers, des Guano*), fruchtbar gemacht, den man auf mehreren Inselchen des Südmeeres sammelt. In einem Boden, der einzig und allein nur aus Sand und Thon besteht, genügt es, dem Boden nur eine kleine Quantität Guano beizumischen, um darauf die reichsten Ernten von Mais zu erhalten. Der Boden enthält außer Guano nicht das geringste einer anderen organischen Materie, und dieser Dünger besteht vorzugsweise aus harnsaurem, phosphorsaurem, oxalsaurem, kohlen-

*) Der Guano stammt auf diesen Inseln von zahllosen Wasservögeln, welche sie zur Zeit der Brut bewohnen; es sind die verfaulten Excremente derselben, welche den Boden mit einer mehrere Fuß hohen Schicht bedecken.

saurem Ammoniak und einigen Erdsalzen (Boussingault, Ann. de chim. et de phys. LXX. p. 319).

Das Ammoniak in seinen Salzen hat also diesen Pflanzen den Stickstoff geliefert. Was man in dem Getreide aber Kleber nennt, heißt in dem Traubensafte, in den Pflanzensäften vegetabilisches Eiweiß, in dem Samenlappen der Leguminosen vegetabilisches Casein; obwohl dem Namen und dem Verhalten nach verschieden, sind doch diese Körper in ihrer Zusammensetzung identisch.

Der Urin des Menschen und der fleischfressenden Thiere enthält die größte Menge Stickstoff; theils in der Form von phosphorsauren Salzen, theils in der Form von Harnstoff; der letztere verwandelt sich durch Fäulniß in doppelt kohlensaures Ammoniak, d. h. er nimmt die Form des Salzes an, was wir im Regenwasser finden.

Der Urin des Menschen ist das kräftigste Düngmittel für alle an Stickstoff reichen Vegetabilien; der Urin des Hornviehs, der Schafe, der Pferde ist bei gleichen Volumen minder reich an Stickstoff, aber immer noch unendlich reicher als die festen Excremente dieser Thiere.

Der Urin der grasfressenden Thiere enthält neben Harnstoff Hippursäure, die sich durch die Fäulniß in Ammoniak, Benzoesäure und andere Producte zersetzt.

Vergleichen wir den Stickstoffgehalt der Excremente von Thieren und Menschen mit einander, so verschwindet der Stickstoffgehalt der festen, wenn wir ihn mit dem Gehalte an Stickstoff in den flüssigen vergleichen; dies kann der Natur der Sache nach nicht anders sein.

Die Nahrungsmittel, welche Thiere und Menschen zu sich nehmen, unterhalten nur insofern das Leben, die Assimilation, als sie dem Organismus die Elemente darbieten,

die er zu seiner eigenen Reproduction bedarf; das Getreide, die frischen und trocknen Gräser und Pflanzen enthalten ohne Ausnahme stickstoffreiche Bestandtheile.

Das Gewicht des Futters und der Speise, welche das Thier zu seiner Ernährung zu sich nimmt, vermindert sich in dem nämlichen Verhältnisse, als dieses Futter, die Speise, reich, sie nimmt in demselben Verhältnisse zu, als das Futter arm ist an diesen stickstoffhaltigen Bestandtheilen. Man kann durch Fütterung mit Kartoffeln allein ein Pferd am Leben erhalten, aber dieses Leben ist ein langsames Verhungern, es wächst ihm weder Masse noch Kraft zu, es unterliegt einer jeden Anstrengung. Die Quantitäten von Reis, welche der Indier bei seiner Mahlzeit zu sich nimmt, setzen den Europäer in Erstaunen, aber der Reis ist die an Stickstoff ärmste unter allen Getreidearten.

Es ist klar, daß der Stickstoff der Pflanzen und Samen, welche Thieren zur Nahrung dienen, zur Assimilation verwendet wird; die festen Excremente dieser Thiere müssen, wenn sie verdaut sind, nach ihrem Durchgange durch die Eingeweide ihres Stickstoffs beraubt sein, sie können nur insofern Stickstoff noch enthalten, als ihnen Secretionen der Galle und Eingeweide beigemischt sind. Sie müssen unter allen Umständen weniger Stickstoff enthalten als die Speisen, als das Futter.

Man kann es demnach als gewiß betrachten, daß, wenn die festen Excremente eine wohlthätige Wirkung auf die Vegetation ausüben, sie nicht abhängig sein kann von ihrem Stickstoffgehalte.

Unendlich wichtiger als Quellen des Stickstoffs für die Pflanzen erscheinen in dieser Beziehung die flüssigen Excremente der Thiere, denn sie enthalten in den meisten Fällen

eine dem Stickstoffgehalte der Nahrung gleiche, oder nahe gleiche Menge Stickstoff.

Um die Wichtigkeit der flüssigen Excremente einzusehen, ist es nöthig, auf ihren Ursprung zurückzugehen.

Die gewöhnlichsten Beobachtungen zeigen, daß das Gewicht eines gesunden erwachsenen Menschen oder Thieres von einem Tage zum andern nicht bemerklich zu- oder abnimmt. Nur in der Jugend und im Mästungsprocesse findet eine Zunahme Statt, die aber im Alter durch eine allmälige Abnahme sich ausgleicht.

Der Stickstoffgehalt des Körpers ist also in 24 Stunden so wenig, wie der Gehalt an anderen Materien, vergrößert worden, obwohl dieser Mensch oder das Thier in seiner Nahrung eine sehr beträchtliche Menge Stickstoff in sich aufgenommen hat. Es ist demnach gewiß, daß im erwachsenen Thiere, in freiem ungehinderten Zustande der Bewegung und Arbeit, eine der in der Nahrung enthaltenen gleiche Menge Stickstoff wieder ausgetreten ist, denn, wie bemerkt, sein Stickstoffgehalt nimmt durch die Nahrung kaum merklich oder in einem viel kleineren Verhältnisse zu.

Es ist ebenso bekannt, daß bei Enthaltung aller Speise das Gewicht des Körpers abnimmt, daß bei Personen, welche den Hungertod sterben, sich die Gewichtsabnahme auf alle Bestandtheile des Körpers bis auf Haut und Knochen erstreckt. Wo ist nun, kann man fragen, der Stickstoff der Organe, der verschwundenen Muskeln hingekommen?

Man bemerkt leicht, denn die Abmagerung beweis't es, daß im gesunden Zustande in jedem Lebensmomente eines Thieres ein Theil der lebendigen Körpersubstanz seinen Zustand des Lebens verliert, daß sie die Form von leblosen Verbindungen annimmt, welche mehr oder weniger verändert

durch die Secretionsorgane, diese sind die Haut, Lunge und Harnblase, abgeschieden werden.

Die tägliche Abnahme wird ausgeglichen durch die Speise. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung verwandeln sich in Blut. Das Blut dient zur Ernährung, zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Das Gleichbleiben des Gewichts setzt voraus, daß eine dem Stickstoffgehalte der Speise gleiche Menge Stickstoff in einer andern Form ausgetreten ist. Durch die Haut und Lunge treten Kohlen- und Wasserstoffverbindungen, durch die Harnblase tritt der Stickstoff der umgesetzten Organe aus.

Nimmt der Körper am Gewichte zu, so tritt im Harn ein kleineres Verhältniß, bei Abnahme an Gewicht ein größeres Verhältniß an Stickstoffverbindungen aus als die in der Nahrung zugeführte Stickstoffmenge beträgt.

Man kann also annehmen, daß wir im Urin der Menschen und Thiere bei weitem den größten Theil des Stickstoffs wieder gewinnen können, den die Pflanzen, welche zu ihrer Nahrung dienten, aus der Atmosphäre empfingen.

Es ist klar, daß wir bei Vermeidung alles Verlustes in dem Dünger, welcher aus einem Gemenge von festen und flüssigen Excrementen besteht, eine dem Stickstoffgehalte der auf dem Acker gewachsenen Pflanzen nahe gleiche Menge Stickstoff zurückbringen können; in allen Fällen fügen wir dem Ammoniak, was die Atmosphäre liefert, durch den Dünger eine gewisse Quantität mehr hinzu, und die eigentlich wissenschaftliche Aufgabe für den Oekonomen beschränkt sich mithin darauf, das stickstoffhaltige Nahrungsmittel der Pflanzen, welches die Excremente der Menschen und Thiere durch ihre Fäulniß erzeugen, für *seine* Pflanzen zu verwenden. Wenn

er es nicht in der geeigneten Form auf seine Aecker bringen würde, so ist sein Stickstoffgehalt für ihn zum großen Theil verloren. Ein unbenutzter Haufen Dünger würde ihm durch seinen Ammoniakgehalt nicht mehr als seinen Nachbarn zu Gute kommen; nach einigen Jahren würde er an seinem Platze die kohlehaltigen Ueberreste der verwesenden Pflanzentheile, aber in ihnen nur einen kleinen Theil Stickstoff mehr wiederfinden. Der größte Theil Stickstoff würde daraus in Form von kohlensaurem Ammoniak entwichen sein. Die Oberfläche von Germanien beschreibt Tacitus als von einem undurchdringlichen Walde bedeckt; von allen Bestandtheilen dieses Waldes ist keine Spur mehr vorhanden, der Kohlenstoff und Stickstoff, die sich als Humus, als Ammoniak im Boden befanden, sie sind in Luftform in die Atmosphäre zurückgekehrt.

Jeder faulende thierische Körper ist eine Quelle von Ammoniak und Kohlensäure, welche so lange dauert, als noch Stickstoff darin vorhanden ist; in jedem Stadium seiner Verwesung oder Fäulniß entwickeln die faulenden Thierstoffe, mit Kalilauge befeuchtet, Ammoniak, was an dem Geruche und durch die dicken weißen Dämpfe bemerkbar wird, wenn man einen mit Säure benetzten festen Gegenstand in ihre Nähe bringt; dieses Ammoniak wird von dem Boden theils in Wasser gelös't, theils in Form von Gas aufgenommen und eingesaugt, und mit ihm findet die Pflanze eine größere Menge des ihr unentbehrlichen Stickstoffs vor, als die Atmosphäre ihn liefert*).

*) Im October 1808 füllte ich (H. Davy) eine weite Retorte mit heiß gährendem Miste an, der zum großen Theil aus Streu und Excrementen von Hornvieh bestand; ich verband sie mit einer Vorlage, welche mit einem Apparate in Verbindung stand, der die Aufsammlung der sich entwickelnden Gase gestattete.

Die Vorlage wurde inwendig sehr bald mit Wassertropfen be-

Aber es ist weit weniger die Menge von Ammoniak, was thierische Excremente den Pflanzen zuführen, als die Form, in welcher es geschieht, welche ihren so auffallenden Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens bedingt.

Die wildwachsenden Pflanzen erhalten durch die Atmosphäre in den meisten Fällen mehr Stickstoff in der Form von Ammoniak, als sie zu ihrer Entwickelung bedürfen, denn das Wasser, was durch die Blüthen und Blätter verdunstet, geht in stinkende Fäulniß über, eine Eigenschaft, welche nur stickstoffhaltigen Materien zukommt.

Den Culturpflanzen bietet die Atmosphäre die nämliche Quantität Stickstoff, wie den wildwachsenden, wie den Bäumen und Sträuchern dar; er ist vollkommen ausreichend für alle Zwecke der Feldwirthschaft, und es handelt sich im Wesentlichen um die Bedingungen, um denselben in die Culturpflanzen übergehen zu machen. Die Feldwirthschaft unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Forstwirthschaft, daß ihre Hauptaufgabe, einer ihrer wichtigsten Zwecke in der Production von Blutbestandtheilen besteht, zu deren Erzeugung, außer dem Ammoniak, noch gewisse andere Bedingungen gehören, während der Zweck der Forstwissenschaft sich hauptsächlich nur auf die Production von Kohlenstoff beschränkt.

Diesen beiden Zwecken sind alle Mittel der Cultur unter-

---

schlagen, und in drei Tagen waren 21 Cubikzoll Kohlensäure erhalten. Die Flüssigkeit in der Vorlage wog $1/2$ Unze; sie enthielt essigsaures und kohlensaures Ammoniak.

Ich leitete nun die Mündung einer zweiten Retorte, die mit ähnlichem sehr warmem Dünger gefüllt, unter die Wurzeln von Graspflanzen unter den Rasen am Rande des Gartens, und in weniger als einer Woche war eine sehr deutliche Wirkung bemerkbar. An dem Platze, der dem Einflusse des gährenden Düngers ausgesetzt war, wuchs das Gras mit weit größerer Ueppigkeit, als in irgend einem andern Theile des Gartens (Agric. Chimistry).

geordnet. Von dem kohlensauren Ammoniak, was das Regenwasser dem Boden zuführt, geht ein Theil in die Pflanze über, den größten Theil nimmt die Ackererde in sich auf. Alles was der Boden empfangen hat, was mit dem Thau unmittelbar den Blättern zugeführt wird, was sie aus der Luft mit der Kohlensäure einsaugen, nur dies Ammoniak wird für die Assimilation gewonnen werden können.

Die flüssigen thierischen Excremente, der Urin der Menschen und Thiere, mit welchem die ersten durchdrungen sind, enthalten nur einen kleinen Theil des Ammoniaks in der Form von Salzen, in einer Form, wo es seine Fähigkeit, sich zu verflüchtigen, gänzlich verloren hat. Die größte Menge ist darin in der Form von sehr flüchtigem kohlensauren Ammoniak enthalten.

In der Form eines nicht flüchtigen Salzes, den Pflanzen dargeboten, geht auch nicht die kleinste Menge davon den Pflanzen verloren, es wird im Wasser gelös't von den Wurzelfasern eingesaugt.

Die so in die Augen fallende Wirkung des Gypses auf die Entwickelung vieler Pflanzengattungen, die gesteigerte Fruchtbarkeit und Ueppigkeit eines Feldes, das mit Gyps bestreut ist, sie beruht, zum Theil, auf der Fixirung des Ammoniaks der Atmosphäre, auf der Gewinnung von derjenigen Quantität, die auf nicht gegyps'tem Boden mit dem Wasser wieder verdunstet wäre*).

---

*) Ein kleines Gartenbeet düngte ich mit frischem Pferdemist, der gehörig damit vermischt wurde, säete in dieses Land Erbsen und Bohnen und bestreute darauf die Oberfläche mit einer Lage ungebranntem Gyps von der Dicke einer Linie. Das Beet wurde vor dem Regen durch eine Bedachung geschützt und in trockner Witterung begossen. Die Erbsen und Bohnen gingen alle auf und wuchsen außerordentlich schnell und üppig.

Bevor dieser Versuch angestellt wurde, untersuchte ich die dazu

Das in dem Regenwasser gelös'te kohlensaure Ammoniak zerlegt sich mit dem Gyps auf die nämliche Weise wie in den Salmiakfabriken, es entsteht lösliches, nicht flüchtiges schwefelsaures Ammoniak und kohlensaurer Kalk. Nach und nach verschwindet aller Gyps, aber seine Wirkung hält an, so lange noch eine Spur vorhanden ist.

Man hat die Wirkung des Gypses und vieler Salze mit der von Gewürzen verglichen, welche die Thätigkeit des Magens, der Eingeweide steigern und den Organismus befähigen, mehr und kräftiger zu verdauen.

Eine Pflanze enthält keine Nerven, es ist keine Substanz denkbar, durch die sie in Rausch, in Schlaf, in Wahnsinn versetzt werden kann; es kann keine Stoffe geben, durch welche ein Blatt gereizt wird, eine größere Menge Kohlenstoff aus der Luft sich anzueignen, wenn die anderen Bestandtheile fehlen, welche die Pflanzen, der Samen, die Wurzel, das Blatt neben dem Kohlenstoffe zu ihrer Entwickelung bedürfen*).

Die günstigen Wirkungen von kleinen Quantitäten den Speisen der Menschen beigemischter Gewürze sind unleugbar,

---

bestimmte Erde und den Gyps, beide zeigten nicht die geringste Spur eines kohlensauren Salzes in ihrer Mischung.

Als ich aber nach drei Wochen den Gyps von der Oberfläche hinwegnahm und untersuchte, so fand ich, daß der größte Theil desselben in kohlensauren Kalk umgewandelt war. Die ganze Erde einen halben Fuß tief brauf'te mit Säuren.

Ich laugte die Erde mit kaltem Wasser aus, filtrirte die Flüssigkeit; sie gab nach dem Abdampfen eine nicht unansehnliche Menge schwefelsaures Ammoniak (Joh. Spatzier in Erdmann's Journal für technische und ökonomische Chemie, Jahrgang 1831. 2ter Band. S. 89).

*) Selbst der weiße Arsenik, in geringer Menge angewandt, besitzt eine wohlthätige Wirkung auf die Vegetation, wie dies schon lange Lampadius durch Düngung ganzer Felder bewiesen hat (Schübler).

aber es ist noch Niemandem eingefallen, zu behaupten, daß der Pfeffer, der Zimmt, die Gewürznelke, der Kümmel ꝛc., Gewürze welche die Menschen genießen, dazu beigetragen hätten, ihr Körpergewicht zu vermehren, und wenn Gyps und Kalk oder Salze Reizmittel sind, so giebt man ja den Pflanzen das Gewürz allein, ohne die Speise hinzuzufügen, die sie verdauen sollen, und dennoch gedeihen sie mit weit größerer Ueppigkeit.

Man sieht leicht, daß die gewöhnliche Ansicht über den Einfluß gewisser Salze auf die Entwickelung der Pflanzen weiter nichts bethätigt, als daß man die Ursache nicht kannte.

Eine Wirkung der Kalksalze ist eine Fixirung des Stickstoffs, ein Festhalten von Ammoniak in dem Boden, was die Pflanzen nicht entbehren können.

Um sich eine bestimmte Vorstellung von der Wirksamkeit des Gypses in dieser besonderen Beziehung zu machen, wird die Bemerkung genügen, daß 100 Pfd. gebrannter Gyps so viel Ammoniak in dem Boden fixiren, als 6250 Pfd. reiner Pferdeharn *) demselben in der Voraussetzung zuführen können, daß der Stickstoff der Hippursäure und der des Harnstoffs in der Form von kohlensaurem Ammoniak ohne den geringsten Verlust von der Pflanze aufgenommen würden.

Wenn wir uns denken, daß von 40 Pfd. auf der Oberfläche eines Ackers ausgestreuten Gypses der zehnte Theil in der Form von schwefelsaurem Ammoniak von den Pflanzen aufgenommen werde, so haben wir damit diesen Pflanzen den Stickstoff von 100 Pfd. Heu, oder 50 Pfd. Weizen, oder 60 Pfd. Klee hinzugeführt.

Zur Assimilation des gebildeten schwefelsauren Ammo-

*) Ueber die Zusammensetzung des Harns siehe den Anhang.

niaks und zur Zersetzung des Gypses ist, seiner Schwerlöslichkeit (1 Theil bedarf über 400 Theile Wasser) wegen, Wasser die unentbehrlichste Bedingung; auf trocknen Feldern und Wiesen ist deshalb sein Einfluß nicht bemerkbar, während auf diesen thierischer Dünger, durch die Assimilation des gasförmigen kohlensauren Ammoniaks, was sich daraus in Folge seiner Verwesung entwickelt, seine Wirkung nicht versagt.

Die Zersetzung des Gypses durch das kohlensaure Ammoniak geht nicht auf einmal, sondern sehr allmälig vor sich, woraus sich erklärt, warum seine Wirkung mehrere Jahre anhält.

Nicht minder einfach erklärt sich jetzt die Düngung der Felder mit gebranntem Thon, die Fruchtbarkeit der eisenoxydreichen Bodenarten; man hat angenommen, daß ihre bis dahin so unbegreifliche Wirkung auf einer Anziehung von Wasser beruhe, aber die gewöhnliche trockne Ackererde besitzt diese Eigenschaft in nicht geringem Grade, und welchen Einfluß kann man zuletzt einigen hundert Pfunden Wasser zuschreiben, welche in einem Zustande auf einem Acker vertheilt sind, wo weder die Wurzel, noch die Blätter Nutzen davon ziehen können.

Eisenoxyd und Thonerde zeichnen sich vor allen anderen Metalloxyden durch die Fähigkeit aus, sich mit Ammoniak zu festen Verbindungen vereinigen zu können. Die Niederschläge, die wir durch Ammoniak in Thonerde- und Eisenoxydsalzen hervorbringen, sind wahre Salze, worin das Ammoniak die Rolle einer Base spielt.

Diese ausgezeichnete Verwandtschaft zeigt sich noch in der merkwürdigen Fähigkeit, welche alle eisenoxyd- oder thon-

erdereichen Mineralien besitzen, Ammoniak aus der Luft anzuziehen und zurückzuhalten.

Ein Criminalfall gab bekanntlich Vauquelin die Veranlassung zur Entdeckung, daß alles Eisenoxyd eine gewisse Quantität Ammoniak enthält; später fand Chevalier, daß das Ammoniak einen Bestandtheil aller eisenhaltigen Mineralien ausmacht, daß sogar der nicht poröse Blutstein nahe ein Procent Ammoniak enthält, und Bouis entdeckte, daß der Geruch, den man beim Befeuchten aller thonreichen Mineralien bemerkt, zum Theil von ausgehauchtem Ammoniak herrührt; eine Menge Gyps- und Thonarten, die Pfeifenerde und andere entwickelten selbst noch nach zwei Tagen, wenn sie mit kaustischem Kali befeuchtet wurden, so viel Ammoniak, daß darüber gehaltenes und geröthetes Lackmuspapier davon blau wurde.

Eisenoxydhaltiger Boden und gebrannter Thon, dessen poröser Zustand das Einsaugen von Gas noch mehr begünstigt, sind also wahre Ammoniaksauger, welche es durch ihre chemische Anziehung vor der Verflüchtigung schützen; sie verhalten sich gerade so, wie wenn eine Säure auf der Oberfläche des Bodens ausgebreitet wäre.

Eine nicht minder energische Wirkung zeigt in dieser Beziehung das Kohlenpulver; es übertrifft sogar im frisch geglühten Zustande alle bekannten Körper in der Fähigkeit, Ammoniakgas in seinen Poren zu verdichten, da 1 Volumen davon 90 Volumina Ammoniakgas in seine Poren aufnimmt, was sich durch bloßes Befeuchten daraus wieder entwickelt (Saussure).

In dieser Fähigkeit kommt der Kohle das verwesende (Eichenholz) Holz sehr nahe, da es, unter der Luftpumpe von allem Wasser befreit, 72mal sein eigenes Volumen davon verschluckt.

Wie leicht und befriedigend erklären sich nach diesen Thatsachen die Eigenschaften des Humus (der verwesenden Holzfaser). Er ist nicht allein die lange andauernde Quelle von Kohlensäure, sondern er versieht auch die Pflanzen mit dem zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen Stickstoffe *). Wir finden Stickstoff in allen Flechten, welche auf Basalten, auf Felsen wachsen; wir finden, daß unsere Felder mehr Stickstoff produciren, als wir ihnen als Nahrung zuführen; wir finden Stickstoff in allen Bodenarten, in Mineralien, die sich nie in Berührung mit organischen Substanzen befanden. Es kann nur die Atmosphäre sein, aus welcher sie diesen Stickstoff schöpfen.

Wir finden in der Atmosphäre, in dem Regenwasser, im Quellwasser, in allen Bodenarten diesen Stickstoff in der Form von Ammoniak oder Salpetersäure, als Product der Verwesung und Fäulniß der ganzen, der gegenwärtigen Generation vorangegangenen Thier- und Pflanzenwelt; wir finden, daß die Production der stickstoffreichen Bestandtheile der Pflanzen mit der Quantität Ammoniak zunimmt, die wir in dem thierischen Dünger zuführen; und kein Schluß kann wohl besser begründet sein als der, daß das Ammoniak der Atmosphäre es ist, welches den Pflanzen ihren Stickstoff liefert **).

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser enthalten in ihren Elementen, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Be-

*) Dampft man Humusextrat mit Zusatz von etwas Salzsäure im Wasserbade ab, so erhält man einen Rückstand, der mit Kali Ammoniak entwickelt. Unterwirft man den Humusauszug einer Destillation mit Wasser, fängt das Destillat in verdünnter Salzsäure auf, so erhält man beim Verdampfen desselben Salmiak. Der Humus enthält mithin kohlensaures Ammoniak (Wiegmann und Polstorf, Preisschrift, S. 53).

**) Ueber den Antheil, den die Salpetersäure an der Vegetation nimmt, so wie über den Ursprung des Ammoniaks siehe Anhang.

dingungen zur Erzeugung aller Thier- und Pflanzenstoffe während ihres Lebens. Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind die letzten Producte des chemischen Processes ihrer Fäulniß und Verwesung. Alle die zahllosen, in ihren Eigenschaften so unendlich verschiedenen Producte der Lebenskraft nehmen nach dem Tode die ursprünglichen Formen wieder an, aus denen sie gebildet worden sind. Der Tod, die völlige Auflösung einer untergegangenen Generation, ist die Quelle des Lebens für eine neue.

Sind die genannten Verbindungen, kann man nun fragen, die einzigen Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien? Diese Frage muß entschieden verneint werden.

Der Ursprung des Schwefels.

Alle Bestandtheile des Thierkörpers, die Muskelfaser, das Zellgewebe, die organische Substanz der Knochen, Haut und Haare u. s. w. bilden sich, wie die Physiologie lehrt, aus der in allen Theilen des Organismus circulirenden Flüssigkeit, die man Blut nennt.

Aus den Bestandtheilen des Blutes entspringen die Bestandtheile aller thierischen Gebilde, sie werden den Thieren von den Pflanzen geliefert. Das fleischfressende Thier lebt und ernährt sich von dem Blute und dem Fleische der pflanzenfressenden Thiere; es verzehrt in diesen die Bestandtheile der Pflanzen, von denen die letzteren sich ernährt haben.

Genaue chemische Untersuchungen haben dargethan, daß die Hauptbestandtheile des Blutes zwei schwefelhaltige Verbindungen sind, von denen die eine mit Albumin, die andere mit Fibrin bezeichnet werden.

Beim Schlagen von frisch gelassenem Blute mit einer Ruthe oder einem Stabe scheidet sich das Fibrin aus dem Blute in der Form von weißen sehr elastischen Fäden ab, beim ruhigen Stehen des Blutes tritt ebenfalls eine Scheidung ein; es gerinnt zu einer Gallerte, die sich nach und nach zusammenzieht, und trennt sich in eine Flüssigkeit von schwach gelblicher Farbe, in Blutserum, Blutwasser, und in ein Netzwerk von unendlich feinen Fibrinfäden, welche wie ein Schwamm den Farbestoff des Blutes, die sogenannten Blutkörperchen, in sich einschließen.

Das Albumin ist vorzüglich in dem Serum enthalten, es ertheilt dieser Flüssigkeit das Vermögen, in der Hitze zu einer weißen, festen, elastischen Masse zu gerinnen, eine Eigenschaft, die von dem Eiweiß, was ebenfalls hauptsächlich aus Albumin besteht, allgemein bekannt ist.

Aus der Circulation genommen, stellt sich das Fibrin als eine in kaltem Wasser völlig unlösliche Verbindung dar.

Das Albumin im Serum und im Eiweiß ist im natürlichen Zustande im Wasser löslich und damit in allen Verhältnissen mischbar.

Als ein von dem Organismus des lebendigen Thieres erzeugter und zur Blutbildung dienender Stoff muß hier noch der Hauptbestandtheil der Milch, das Casein, aufgeführt werden, die einzige stickstoffhaltige Nahrung, welche das junge Thier von seiner Mutter empfängt.

Albumin, Fibrin und Casein zeichnen sich vor allen anderen Thierbestandtheilen durch einen constanten Gehalt an Schwefel aus, der darin nicht in der Form eines Oxydes, von Schwefelsäure oder einem schwefelsauren Salze enthalten ist. Von dem Albumin der Vogeleier ist es bekannt, daß es beim Faulen Schwefelwasserstoffgas entwickelt, wodurch Silber, überhaupt Metalle, die man damit in Berührung bringt, geschwärzt, d. h. an ihrer Oberfläche in Schwefelmetalle verwandelt werden. Fibrin und Casein entwickeln ebenfalls in dem Processe der Fäulniß Schwefelwasserstoffgas; es läßt sich bei diesen drei Körpern durch viele andere Mittel der Schwefelgehalt darthun.

Wo kommen nun, kann man fragen, diese drei Grundstoffe des Thierkörpers her? daß sie von der Nahrung, daß sie von den Pflanzen stammen, ist unzweifelhaft, aber in wel-

cher Form, in welchem Zustande sind sie in den Pflanzen enthalten?

Auch über diese Fragen haben in der neuesten Zeit die Untersuchungen der Chemiker ein klares unzweideutiges Licht verbreitet.

Die Pflanzen enthalten nämlich in den Samen oder Wurzeln abgelagert oder im Safte gelös't, in sehr verschiedenen und wechselnden Mengen, gewisse Schwefelverbindungen, in denen der Stickstoff als Bestandtheil niemals fehlt.

Wir haben zwei dieser Schwefelverbindungen in den Samen der Getreidearten, den Samenlappen der Leguminosen, der Erbsen, Linsen und Bohnen, nie fehlt in dem Safte der Pflanzen eine dritte, welche vorzüglich und in reichlichster Menge in den Gemüsepflanzen enthalten ist.

Die genaue Erforschung der Eigenschaften, so wie ihrer Zusammensetzung hat nun das merkwürdige Resultat ergeben, daß die in dem Safte der Pflanzen gelös'ten schwefelhaltigen Bestandtheile der Pflanzen identisch sind und die nämliche Zusammensetzung besitzen, wie die Blutbestandtheile, daß zuletzt der in den Erbsen, Bohnen und Linsen enthaltene Hauptnahrungsstoff ein gleiches Verhalten und eine gleiche Zusammensetzung mit dem Casein der Milch zeigt.

Diese schwefelhaltigen Blutbestandtheile werden also nicht von dem Thiere, sondern von den Pflanzen erzeugt; wenn sie in der Nahrung des Thieres fehlen, so kann kein Blut gebildet werden; je mehr davon in einem Pflanzenstoffe vorhanden sind, desto nahrhafter, desto geeigneter ist er für die Unterhaltung des animalischen Lebensprocesses. Wir haben ferner in gewissen Pflanzenfamilien, in den Cruciferen, neben den genannten noch besondere schwefelhaltige Verbindungen,

welche weit reicher sind an Schwefel, als die in den Pflanzen enthaltenen Blutbestandtheile.

Besonders ausgezeichnet in dieser Hinsicht ist der schwarze Senfsamen, der Meerrettig, der Lauch, die Zwiebeln, das Löffelkraut. Aus allen diesen Pflanzen erhält man durch Destillation mit Wasser flüchtige Oele, die sich durch ihren stechenden und durchdringenden Geruch von allen nicht schwefelhaltigen organischen Verbindungen unterscheiden.

Da nun schwefelhaltige Verbindungen in keiner Pflanze, in keinem Samen fehlen, und die Culturpflanzen, welche zur Nahrung der Menschen und Thiere dienen, ganz besonders reich an diesen Bestandtheilen sind, so ergiebt sich von selbst, daß zur Entwickelung einer Pflanze eine Schwefelverbindung unentbehrlich ist, welche diesen Verbindungen den Schwefel liefert.

Es ist klar, daß wenn es der Pflanze, alle anderen Bedingungen des Wachsthums als gegeben vorausgesetzt, an der geeigneten Schwefelverbindung gänzlich fehlt, daß sich diese schwefelhaltigen Bestandtheile nun nicht, oder nur eine der dargebotenen Schwefelverbindung entsprechende Menge derselben werden erzeugen können. Außer kleinen kaum nachweisbaren Spuren von Schwefelwasserstoff kann die Luft keine Schwefelverbindung enthalten; es kann demnach nur der Boden sein, welcher den zum Gedeihen der Pflanze nothwendigen Schwefel liefert; außer durch die Wurzeln kennen wir keine andere Form, durch welche die Aufnahme des Schwefels vermittelt wird.

In Beziehung auf die Form, in welcher Schwefelverbindungen im Boden vorkommen, geben uns die Analysen von zahllosen Mineralquellen einen sehr befriedigenden Aufschluß. Alle diese Wasser stammen von der Erdoberfläche, es ist Regenwasser, was in Gebirgen fallend durch die Erde sickert und

sich aller löslichen Materien, denen es auf seinem Wege begegnet, bemächtigt, sie lösen sich darin auf und ertheilen ihm Eigenschaften, welche das reine Wasser nicht besitzt.

Unter den in dem Quell- und Brunnenwasser gelös'ten Materien finden sich als sehr selten fehlende Bestandtheile schwefelsaure Salze; die durch Auslaugen von fruchtbarer Garten- und Ackererde erhaltene Flüssigkeit enthält stets bestimmt nachweisbare Mengen von diesen Salzen.

Wir können demnach über den Ursprung des Schwefels in den Pflanzen kaum zweifelhaft sein; so weit unsere Kenntniß reicht, stammt der Schwefel von schwefelsauren Salzen, welche, im Wasser gelös't, durch die Wurzeln von der Pflanze aus dem Boden aufgenommen werden.

Von einem andern, man kann sagen, nie fehlenden Bestandtheile der Quellwasser, vom sauren kohlensauren Kalke rührt es her, daß wir so selten Ammoniaksalze, namentlich schwefelsaures Ammoniak, in den Mineralquellen finden, weil bei den Processen der Analyse, beim Verdampfen des Wassers, das vorhandene Ammoniaksalz durch den kohlensauren Kalk eine Zerlegung erfährt, in deren Folge das Ammoniak verflüchtigt wird.

Die nach unserer Vorstellung für die Assimilation geeignetste Schwefelverbindung ist unstreitig das schwefelsaure Ammoniak. Dieses Salz enthält zwei Elemente, welche für das Leben der Pflanze gleich nothwendig sind, nämlich Schwefel und Stickstoff; beide sind Bestandtheile des Pflanzen-Albumins, -Fibrins und -Caseins, und was noch bemerkenswerther ist, das schwefelsaure Ammoniak kann den Elementen nach als eine Verbindung von Wasser mit gleichen Aequivalenten Schwefel und Stickstoff angesehen werden, in der Art also, daß, durch eine bloße Trennung oder Ausscheidung der Ele-

mente von Wasser, Schwefel und Stickstoff in einen Bestandtheil der lebendigen Pflanze überzugehen vermögen.

Auf ein Aequivalent Schwefel enthalten die schwefelhaltigen Bestandtheile der Pflanzen nahe an acht Aequivalente Stickstoff; es ist klar, daß den Organen der Pflanze weit mehr Ammoniak, als in dem schwefelsauren Ammoniak vorhanden ist, dargeboten werden muß, wenn aller Schwefel des Ammoniaksalzes übergehen soll in einen Bestandtheil der organischen Schwefelverbindung.

Es findet hierbei ein ganz ähnliches Verhältniß Statt, wie in der Assimilation des Kohlenstoffs und Stickstoffs, der den Pflanzen als kohlensaures Ammoniak zugeführt wurde; zu dem letztern (angenommen, es enthielte 2 Aeq. Kohlenstoff auf 1 Aeq. Stickstoff) muß nothwendig der Kohlenstoff von 6 Aeq. Kohlensäure gleichzeitig hinzugezogen werden und in Verbindung mit dem einen Aequivalent Stickstoff treten, wenn einer der stickstoffhaltigen Hauptbestandtheile der Pflanzen gebildet werden soll, denn diese enthalten auf 1 Aeq. Stickstoff 8 Aeq. Kohlenstoff.

Der Uebergang des Schwefels eines schwefelsauren Salzes zu einem Bestandtheile eines Pflanzenstoffs setzt nothwendig voraus, daß die Schwefelsäure durch die nämlichen Ursachen, welche die Assimilation des Kohlenstoffs der Kohlensäure in der Pflanze bewirken, zerlegt wird in Sauerstoff, der sich abscheidet, und in Schwefel, der in Verbindung tritt. Denken wir uns die Schwefelsäure zugeführt in der Form von schwefelsaurem Kali oder Natron, so werden diese Basen nach der Zerlegung der Schwefelsäure in Freiheit gesetzt werden.

Wir finden nun, daß diese Basen Bestandtheile aller Cultur- und der meisten wildwachsenden Pflanzen ausmachen, wir finden sie darin entweder mit organischen Säuren oder, was

noch bemerkenswerther ist, mit den schwefelhaltigen Bestandtheilen der Pflanzen selbst verbunden.

Das vegetabilische Casein in den Samenlappen der Leguminosen ist für sich nicht im Wasser löslich, in dem Zustande aber, in welchem es in den Pflanzen enthalten ist, löst es sich leicht im Wasser. Diese Löslichkeit verdankt es einem Gehalte von Kali und Natron.

So findet sich denn das Albumin in den Pflanzensäften stets mit Natron oder Kali vereinigt, und wir müssen uns denken, daß der im Wasser nicht lösliche Bestandtheil der Cerealien, das Pflanzenfibrin ursprünglich ebenfalls löslich war und durch Vermittelung eines Alkalis in die Samen gelangte.

Das Natron und Kali der schwefelsauren Alkalien, welche den schwefelhaltigen Bestandtheilen der Pflanzen den Schwefel lieferten, bleiben also entweder in Verbindung mit diesen Stoffen, oder sie gehen eine neue Verbindung ein, oder sie kehren in den Boden zurück.

Das am meisten verbreitete schwefelsaure Salz ist aber Gyps (schwefelsaurer Kalk), er kann seiner Löslichkeit wegen entweder direct in die Pflanze übergehen oder, durch das kohlensaure Ammoniak des Regenwassers zersetzt, in der Form von schwefelsaurem Ammoniak.

Eine Auflösung von Gyps, welche Kochsalz oder Chlorkalium enthält, so wie das Seewasser und die meisten Quellwasser, kann angesehen werden als eine Mischung eines schwefelsauren Alkalis mit Chlorcalcium.

Es ist klar, daß wenn wir einer Pflanze Gyps und Kochsalz gleichzeitig zuführen, so wird sie sich gegen diese Auflösung genau so verhalten, wie wenn wir ihr schwefelsaures Natron und Chlorcalcium zugeführt hätten. Für die Bildung ihrer schwefelhaltigen Bestandtheile wird der Schwefel und das Al-

kali des schwefelsauren Salzes in ihrem Organismus zurückbleiben; Chlor und Calcium werden durch die Wurzeln wieder austreten.

In den Seepflanzen geht, wie wir mit Bestimmtheit wissen, diese Zersetzungsweise vor sich; das Natron oder Kali stammt vom Kochsalz oder Chlorkalium her, welches in Gegenwart des schwefelsauren Kalks oder der Bittererde eine Zerlegung erfährt. Dasselbe muß für die Getreidearten und alle Pflanzen, welche keinen Kalk enthalten, angenommen werden, denen der Schwefel in der Form von Gyps zugeführt worden ist, und der Nutzen des Kochsalzes für manche Pflanzengattungen findet hierin seine Erklärung.

Die anorganischen Bestandtheile der Vegetabilien *).

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser können von keiner Pflanze entbehrt werden, eben weil sie die Elemente enthalten, woraus ihre Organe bestehen; aber zur Ausbildung gewisser Organe zu besonderen Verrichtungen, eigenthümlich für jede Pflanzenfamilie, gehören noch andere Materien, welche der Pflanze durch die anorganische Natur dargeboten werden.

Wir finden diese Materien, wiewohl in verändertem Zustande, in der Asche der Pflanzen wieder.

Von diesen anorganischen Bestandtheilen sind viele veränderlich, je nach dem Boden, auf dem die Pflanzen wachsen; allein eine gewisse Anzahl davon ist für ihre Entwickelung unentbehrlich.

In den Samen aller Grasarten, der Erbsen, Bohnen

*) Verschiedene Schriftsteller haben angenommen, daß die mineralischen Substanzen, welche man in den Vegetabilien findet, darin nur zufällig und durchaus nicht zu ihrer Existenz nothwendig seien, weil sie selbige nur in äußerst geringer Menge enthielten. Diese Meinung, vielleicht wahr in Hinsicht auf die Stoffe, welche nicht immer in der nämlichen Pflanze gefunden werden, ist indeß nicht für die bewiesen, welche constant darin vorkommen; ihre geringe Menge ist kein Zeichen ihrer Unnützlichkeit. Die in einem Thiere enthaltene Menge phosphorsaurer Kalkerde macht noch nicht den fünften Theil seines Gewichtes aus, Niemand zweifelt indessen, daß dieses Salz für den Bau seiner Knochen nicht wesentlich sei. Ich habe dieses Salz in den Aschen aller Pflanzen, die ich untersuchte, gefunden, und wir haben keinen Grund zu behaupten, daß sie ohne dasselbe existiren können (de Saussure, p. 241).

Linsen fehlen aber z. B. niemals phosphorsaure Alkalien und Erden; aus dem Weizenmehl gehen sie in das Brodt, die Salze der Gerste gehen in das Bier über. Die Kleie des Mehls enthält eine große Menge phosphorsaures Bittererde-Ammoniak, und es ist dieses Salz, aus dem im krystallisirten Zustande die oft mehrere Pfunde schweren Steine in dem Blinddarme der Müllerpferde gebildet werden, welches sich aus dem Biere in Gestalt eines weißen Niederschlags absetzt, wenn man es mit Ammoniak vermischt.

Die verbrennlichen Bestandtheile der Samen sind reich an Stickstoff, alle Samenaschen enthalten Phosphorsäure; die Untersuchungen von Mayer, Fehling und Faisst haben mit Bestimmtheit dargethan, daß zwischen diesen beiden Samenbestandtheilen, dem stickstoffhaltigen oder blutbildenden Stoffe und der Phosphorsäure ein Verhältniß der Abhängigkeit besteht; mit der Zunahme oder Abnahme an dem einen wächst oder vermindert sich die Menge des anderen Bestandtheiles, so daß wir uns die Bildung des stickstoffhaltigen Stoffes ohne die Gegenwart und Mitwirkung der Phosphorsäure nicht denken können.

Die meisten, man kann sagen, alle Pflanzen enthalten organische Säuren von der mannigfaltigsten Zusammensetzung und Eigenschaften; alle diese Säuren sind an Basen gebunden, an Kali, Natron, Kalk oder Bittererde, nur wenige Pflanzen enthalten freie organische Säuren; diese Basen sind es offenbar, welche durch ihr Vorhandensein die Entstehung dieser Säuren vermitteln; mit dem Verschwinden der Säure bei dem Reifen der Früchte, der Weintrauben z. B., nimmt der Kaligehalt des Saftes ab.

In denjenigen Theilen der Pflanzen, in denen die Assimilation am stärksten ist, wie in dem Holzkörper, finden sich

diese Bestandtheile in der geringsten Menge, ihr Gehalt ist am größten in den Organen, welche die Assimilation vermitteln; in den Blättern findet sich mehr Kali, mehr Asche als in den Zweigen, diese sind reicher daran als der Stamm (Saussure). Vor der Blüthe enthält das Kartoffelkraut mehr Kali als nach derselben (Mollerat).

In den verschiedenen Pflanzenfamilien finden wir die verschiedensten Säuren; Niemand kann nur entfernt die Ansicht hegen, daß ihre Gegenwart, daß ihre Eigenthümlichkeit ein Spiel des Zufalls sei. Die Fumarsäure, die Oxalsäure in den Flechten, die Chinasäure in den Rubiaceen, die Roccellsäure in der Roccella tinctoria, die Weinsäure in den Weintrauben, und die zahlreichen anderen organischen Säuren, sie müssen in dem Leben der Pflanze zu gewissen Zwecken dienen. Das Bestehen einer Pflanze kann ohne ihre Gegenwart nicht gedacht werden.

In dieser Voraussetzung aber, welche für unbestreitbar gehalten werden darf, ist irgend eine alkalische Basis ebenfalls eine Bedingung ihres Lebens, denn alle diese Säuren kommen in der Pflanze als neutrale oder saure Salze vor. Es giebt keine Pflanze, welche nicht nach dem Einäschern eine kohlensäurehaltige Asche hinterläßt, keine also, in welcher pflanzensaure Salze fehlen; nur in denjenigen Pflanzenaschen, welche reich an Kieselsäure sind, bleibt die Kohlensäure nach dem Glühen nicht zurück, indem sie durch die Kieselsäure ausgetrieben wird.

Wenn demnach die organischen Säuren, wie S. 49 auseinander gesetzt worden ist, Uebergangsglieder der Kohlensäure in organische Verbindungen, in Oxalsäure, Weinsäure, Zucker, Stärkemehl sind, so sieht man die Nothwendigkeit der alkalischen Basen für das Pflanzenleben ein; ohne ihr Vorhanden-

sein und ihre Mitwirkung würden die Säuren nicht entstehen und in Stärkemehl, Holzfaser übergehen können.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, gewinnen diese Basen eine für die Physiologie und Agricultur hochwichtige Bedeutung, denn es ist klar, daß die Quantitäten dieser Basen, wenn das Leben der Pflanzen in der That an ihre Gegenwart gebunden ist, unter allen Umständen ebenso unveränderlich sein müssen, als es, wie man weiß, die Sättigungscapacität der Säuren ist.

Es ist kein Grund vorhanden zu glauben, daß die Pflanze im Zustande der freien ungehinderten Entwickelung mehr von der ihr eigenthümlichen Säure producire, als sie gerade zu ihrem Bestehen bedarf; in diesem Falle aber wird eine Pflanze, auf welchem Boden sie auch wachsen mag, stets eine nie wechselnde Menge alkalischer Basis enthalten. Nur die Cultur wird in dieser Hinsicht eine Abweichung bewirken können.

Um diesen Gegenstand zum klaren Verständniß zu bringen, wird es kaum nöthig sein, daran zu erinnern, daß sich viele dieser alkalischen Basen in ihrer Wirkungsweise vertreten können, daß mithin der Schluß, zu dem wir nothwendig gelangen müssen, in keiner Beziehung gefährdet wird, wenn eine dieser Basen in einer Pflanze vorkommt, während sie in einer andern Pflanze derselben Art fehlt.

Wenn der Schluß wahr ist, so muß die fehlende Basis ersetzt und vertreten sein durch eine andere von gleichem Wirkungswerthe, sie muß ersetzt sich vorfinden durch ein Aequivalent von einer der anderen Basen. Die Anzahl der Aequivalente dieser Basen wäre hiernach eine unveränderliche Größe, und hieraus würde von selbst die Regel gefolgert werden müssen, daß die Sauerstoffmenge aller alkalischen Basen zusammengenommen und unter allen Umständen unveränderlich ist,

— auf welchem Boden die Pflanze auch wachsen, welchen Boden sie auch erhalten mag *).

Dieser Schluß bezieht sich, wie sich von selbst versteht, nur auf diejenigen alkalischen Basen, welche als pflanzensaure Salze Bestandtheile der Pflanzen ausmachen; wir finden nun gerade diese in der Asche derselben als kohlensaure Salze wieder, deren Qualität leicht bestimmbar ist. Die in der Rinde enthaltenen Basen gehören dem lebendigen Organismus nicht mehr an.

Es sind von de Saussure und Berthier eine Reihe von Analysen von Pflanzenaschen angestellt worden, aus denen sich als unmittelbares Resultat ergab, daß der Boden einen entschiedenen Einfluß auf den Gehalt der Pflanzen an

*) Wenn wir Schwefelsäure mit Kali, Natron, Kalk, Bittererde in einem gewissen Verhältnisse zusammenbringen, so verschwinden die Eigenschaften der Säure und des Alkalis, und wir erhalten ein neutrales schwefelsaures Salz dieser Basen.

100 Theile Schwefelsäure bedürfen, um neutralisirt zu werden, sehr ungleiche Gewichtsmengen dieser Basen, wir haben dazu 118 Theile Kali, 78 Theile Natron, 71 Theile Kalk und 51,6 Bittererde nöthig.

Um mit 118 Kali (der Quantität, welche 100 Schwefelsäure sättigt) ein neutrales salpetersaures Salz hervorzubringen, muß man 135 Salpetersäure haben.

Wenn man nun jetzt untersucht, wie viel Natron, Kalk, Bittererde nöthig ist, um diese 135 Salpetersäure zu sättigen, so ergiebt sich, daß man dazu 78 Natron, 71,2 Kalk, 51,6 Bittererde bedarf, genau die nämlichen Mengen also, wie zu 100 Schwefelsäure.

Welche Säure man nun mit diesen Basen auch neutralisiren mag, wie sehr die Gewichtsmengen von obigen Zahlen auch abweichen mögen, ihr relatives Verhältniß ist unveränderlich. Wenn man zur Sättigung 51,6 Bittererde verbraucht hat, so kann man mit absoluter Bestimmtheit darauf rechnen, daß man für die gleiche Quantität Säure 78 Natron verbrauchen wird.

Worauf beruht, kann man fragen, die ungleiche Fähigkeit dieser Metalloxyde, die Säure zu neutralisiren? Was ist der Grund,

diesen Metalloxyden hat, daß Fichtenholzasche vom Mont Breven z. B. Bittererde enthielt, welche in der Asche desselben Baumes vom Gebirge La Salle fehlte, daß die Mengen des Kalis und Kalks in den Bäumen der beiden Standorte ebenfalls sehr verschieden waren.

Man hat, wie ich glaube, mit Unrecht hieraus geschlossen, daß die Gegenwart dieser Basen in den Pflanzen in keiner

---

daß man, um denselben Effect hervorzubringen, weit weniger Natron, daß man nur halb so viel Bittererde als Kali bedarf, daß das relative Verhältniß bei allen Säuren ein constantes ist?

Diese Fragen haben sich, seit die Zusammensetzung dieser Basen bekannt ist, auf eine sehr einfache Weise gelöst. Alle diese Basen enthalten Sauerstoff in Verbindung mit Metallen, und von der Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs hängt ihre Sättigungsfähigkeit ab. Die so ungleichen Mengen der oben genannten Basen enthalten einerlei Mengen Sauerstoff.

					Sauerstoffgehalt der Base.
100	Schwefelsäure	neutralisiren	118	Kali	20
100	»	»	78	Natron	20
100	»	»	71,2	Kalk	20
100	»	»	51,6	Bittererde	20

Wenn wir nun 100 Theile Schwefelsäure mit Kali und Natron, oder Kali, Natron, Kalk, oder mit Kali, Natron, Kalk und Bittererde neutralisiren, so nimmt die Schwefelsäure von den zwei oder drei oder vier Basen die Quantitäten auf, welche durch ihren Sauerstoffgehalt genau begrenzt sind. Dies Verhältniß läßt sich durch folgendes Schema versinnlichen:

	wechselnde Mengen von:	welche enthalten:
100 Th. Schwefelsäure neutralisiren	Kalium Natrium	20 Th. Sauerstoff.
100 » » »	Kalium Natrium Calcium	20 » »
100 » » »	Kalium Natrium Kalk Magnesium	20 » »

besonderen Beziehung zu ihrer Entwickelung stehe, denn wenn dies wirklich wäre, so müßte man es für das sonderbarste Spiel des Zufalls halten, daß gerade durch diese Analysen der Beweis vom Gegentheile geführt werden kann.

Diese beiden Fichtenaschen von einer so ungleichen Zusammensetzung enthalten nämlich nach de Saussure's Analyse eine gleiche Anzahl von Aequivalenten von diesen Metalloxyden, oder, was das nämliche ist, der Sauerstoffgehalt von allen zusammengenommen ist in beiden gleich.

100 Theile Fichtenasche von Mont Breven enthalten *):

Kohlensaures Kali . .	3,60	Sauerstoffgehalt des Kalis	0,415
Kohlensauren Kalk . .	46,34	» des Kalks . .	7,327
Kohlensaure Bittererde .	6,77	» der Bittererde .	1,265
Summe der kohlensauren Salze . . .	56,71	in Summe Sauerstoff	9,007

100 Theile Fichtenasche vom Mont La Salle enthalten **):

Kohlensaures Kali . .	7,36	Sauerstoffgehalt des Kalis	0,85
Kohlensauren Kalk . .	51,19	» des Kalks	8,10
Bittererde	00,00		
Summe der kohlensauren Salze . .	56,71	in Summe Sauerstoff	8,95

Die Zahlen 9,007 und 8,95, welche den Sauerstoffgehalt aller Basen in beiden Fichtenaschen zusammengenommen ausdrücken, sind einander so nahe, wie nur in Analysen erwartet werden kann, wo die Ausmittelung desselben die ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt.

Vergleicht man Berthier's Analysen von zwei Tannenaschen mit einander, von denen die eine in Norwegen, die andere in Allevard (Departement de l'Isère) vorkommt, so findet

*) 1000 Theile Fichtenholz von Mont Breven gaben 11,87 Asche.

**) 1000 Theile Fichtenholz von Mont La Salle gaben 11,28 Asche.

man in der einen 50 Proc., in der anderen nur 25 Proc. lösliche Salze; es giebt kaum in zwei ganz verschiedenen Pflanzengattungen eine größere Verschiedenheit in dem Gewichtsverhältnisse der darin vorkommenden alkalischen Basen, und dennoch sind die Sauerstoffmengen der Basen zusammengenommen einander gleich.

100 Theile Tannenholzasche von Allevard nach Berthier (Ann. de chim. et de phys. T. XXXII. p. 248):

Kali und Natron	16,8	Sauerstoffgehalt*)	3,57
Kalk	29,6	»	8,36
Magnesia . . .	3,3	»	1,26
	49,7		13,19

Das Kali und Natron ist in dieser Asche nur zum Theil mit Pflanzensäure verbunden, ein anderer Theil ist als schwefelsaures und phosphorsaures Salz und Chlormetall zugegen, in 100 Theilen sind davon 0,797 Schwefelsäure, 3,12 Phosphorsäure und 0,077 Chlorwasserstoffsäure, welche zusammen eine Quantität Basis neutralisiren, die 0,53 Sauerstoff enthält. Diese Zahl muß von 13,19 abgezogen werden. Man hat demnach 12,66 für die Sauerstoffmenge der an Pflanzensäuren in dem Tannenholze von Allevard gebundenen alkalischen Basen.

Das Tannenholz von Norwegen enthält in 100 Theilen:

Kali . .	14,1	Sauerstoffgehalt	2,4
Natron .	20,7	»	5,3
Kalk . .	13,6	»	3,82
Magnesia	4,35	»	1,69
	52,75		13,21

Zieht man von 13,21 die Sauerstoffmengen der Basen ab, die in dieser Asche mit Schwefelsäure und Phosphorsäure ver-

*) Für gleiche Atomgewichte angenommen.

einigt sind, nämlich 0,79, so bleiben für Sauerstoff in den Basen der pflanzensauren Salze 12,42.

Diese so merkwürdige Uebereinstimmung kann nicht zufällig sein, und wenn weitere Untersuchungen sie bei anderen Pflanzengattungen bestätigen, so läßt sich ihr keine andere Erklärung unterlegen. Wir wissen nicht, in welcher Form das Mangan- und Eisenoxyd in der Pflanze enthalten ist, nur darüber sind wir gewiß, daß Kali, Natron und Bittererde durch bloßes Wasser in der Form von pflanzensauren Salzen aus allen Pflanzentheilen ausgezogen werden können; dasselbe ist der Fall mit dem Kalke, wenn er nicht als unlöslicher kleesaurer Kalk zugegen ist. Man muß sich daran erinnern, daß in den Oxalisarten Kleesäure und Kali vorkommt, und zwar nie als neutrales oder als vierfachsaures, sondern stets als doppeltsaures Salz, auf welchem Boden die Pflanze auch wachsen mag; wir finden in den Weintrauben das Kali immer als Weinstein, als saures Salz, nie in der Form von neutralem. Für die Entwickelung der Früchte und Samen, man kann sagen, für eine Menge von Zwecken, über die wir nur Vermuthungen haben, muß die Gegenwart dieser Säuren und Basen eine gewisse Bedeutung haben, eben weil sie niemals fehlen und weil die Form ihres Vorkommens keinem Wechsel unterliegt. Die Quantität der in einer Pflanze vorkommenden alkalischen Basen hängt aber lediglich von dieser Form ab, denn die Sättigungscapacität einer Säure ist eine unveränderliche Größe.

Genaue und zuverlässige Untersuchungen der Asche von Pflanzen derselben Art, welche auf verschiedenen Bodenarten gewachsen sind, erscheinen hiernach als eine für die Physiologie der Gewächse höchst folgenreiche Aufgabe; sie werden entscheiden, ob sich diese merkwürdige Thatsache zu einem bestimm-

ten Gesetze für eine jede Pflanzenfamilie gestaltet, ob also eine jede noch außerdem durch eine gewisse unveränderliche Zahl charakterisirt werden kann, welche der Ausdruck des Sauerstoffgehalts der Basen ist, die in der Form von pflanzensauren Salzen ihrem Organismus angehören.

Man kann mit einiger Wahrscheinlichkeit voraussetzen, daß diese Forschungen zu einem wichtigen Resultate führen werden; denn es ist klar, wenn die Erzeugung von bestimmten unveränderlichen Mengen von pflanzensauren Salzen durch die Eigenthümlichkeit ihrer Organe geboten, wenn sie zu gewissen Zwecken für ihr Bestehen unentbehrlich sind, so wird die Pflanze Kali oder Kalk aufnehmen müssen, und wenn sie nicht so viel vorfindet, als sie bedarf, so wird das Fehlende durch andere alkalische Basen von gleichem Wirkungswerthe ersetzt werden; wenn ihr keine von allen sich darbietet, so wird sie nicht zur Entwickelung gelangen.

Aus den bis jetzt angestellten Untersuchungen scheint hervorzugehen, daß bei den Nährpflanzen eine Vertretung des Kalis durch Natron oder Kalk nicht statt hat, während sie bei Gewächsen, die nicht zur Nahrung dienen, bei Holzpflanzen, Taback ꝛc., häufig wahrgenommen wird.

Der Samen von Salsola Kali giebt, in gewöhnliche Gartenerde gesäet, eine Pflanze, welche Kali und Natron enthält; der Samen der letzteren liefert eine Pflanze, worin sich bloß Kalisalze mit Spuren von Kochsalz vorfinden (Cadet) *).

*) Ich versetzte einige dieser niedlichen Pflänzchen in einen mit gewöhnlicher Gartenerde gefüllten Blumentopf, welche nur Spuren von Chlormetallen enthielt, und begoß dieselben mit einer schwachen Auflösung von Chlorkalium. Die Pflanzen wuchsen bei dieser Behandlung äußerst üppig, blühten reichlich und nahmen den Topf so ein, daß sie sich weit über den Rand desselben erstreckten. Ich ver-

Das Vorkommen von organischen Basen in der Form von pflanzensauren Salzen giebt der Meinung, daß alkalische Basen überhaupt zur Entwickelung der Pflanzen gehören, ein großes Gewicht.

Wir sehen z. B., wenn wir Kartoffeln unter Umständen wachsen lassen, wo ihnen die Erde, als das Magazin anorganischer Basen, fehlt, wenn sie z. B. in unseren Kellern wachsen, daß sich in ihren Trieben, in ihren langen, dem Lichte sich zuwendenden Keimen ein wahres Alkali von großer Giftigkeit, das Solanin, erzeugt, von dem wir nur Spuren in den Wurzeln, dem Kraute, den Blüthen oder Früchten derjenigen Kartoffeln entdecken, die im Felde gewachsen sind (Otto).

In allen Chinasorten findet sich Chinasäure, aber die veränderlichsten Mengen von Chinin, Cinchonin und Kalk; man kann den Gehalt an den eigentlichen organischen Basen ziemlich genau nach der Menge von fixen Basen beurtheilen, die nach der Einäscherung zurückbleiben.

Einem Maximum der ersteren entspricht ein Minimum der anderen, gerade so wie es in der That stattfinden muß, wenn sie sich gegenseitig nach ihren Aequivalenten vertreten.

Wir wissen, daß die meisten Opiumsorten Meconsäure, gebunden an die veränderlichsten Mengen von Narcotin, Morphin, Codein 2c. enthalten, stets vermindert sich die Quantität

---

setzte die Pflanzen nun ins freie Land, ohne sie weiter mit Chlorkalium zu versehen, allein im folgenden Jahre kränkelten sie und starben um die Blüthezeit ab. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß beide Pflanzenarten Chlormetalle zu ihrer Nahrung bedürfen, daß es aber gleichgültig ist, ob das Chlor an Kalium oder Natrium gebunden ist. (Dr. A. F. Wiegmann und Polstorf, Preisschrift über die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen. Braunschweig, Vieweg 1842.)

der einen mit dem Zunehmen der anderen. Die kleinste Menge Morphin finden wir stets begleitet von einem Maximum von Narcotin.

In manchen Opiumsorten läßt sich keine Spur Meconsäure entdecken*), aber die Säure fehlt deshalb nicht, sie ist in diesem Falle durch eine anorganische Säure, durch Schwefelsäure vertreten, und auch hier zeigt sich in den Sorten, wo beide vorhanden sind, daß sie zu einander stets in einem gewissen Verhältnisse stehen.

Wenn aber, wie in dem Safte des Mohns sich herauszustellen scheint, eine organische Säure in einer Pflanze vertreten sein kann durch eine anorganische, ohne daß die Entwickelung der Pflanze darunter leidet, so muß dies in um so höherem Grade bei den anorganischen Basen stattfinden können.

Finden die Wurzeln der Pflanze die eine Base in hinreichender Menge vor, so wird sie um so weniger von der anderen nehmen.

Im Zustande der Cultur, wo von außen her auf die Hervorbringung und Erzeugung einzelner Bestandtheile und besonderer Organe eingewirkt wird, werden diese Verhältnisse minder beständig sich zeigen.

Wenn wir die Erde, in welcher eine weißblühende Hyacinthe steht, mit dem Safte von Phytolacca decandra begießen, so sehen wir nach einer oder zwei Stunden die weißen Blüthen eine rothe Farbe annehmen; sie färben sich vor unseren

---

*) Robiquet bekam in einer Behandlung von 300 Pfund Opium keine Spur meconsauren Kalk, während andere Sorten ihm sehr beträchtliche Quantitäten davon gaben. (Ann. de chim. LIII, p. 425.)

Augen, aber im Sonnenlichte verschwindet in zwei bis drei Tagen die Farbe wieder, sie werden weiß und farblos, wie sie im Anfange waren *). Offenbar ist hier der Saft ohne die geringste Aenderung in seiner chemischen Beschaffenheit in alle Theile der Pflanze übergegangen, ohne durch seine Gegenwart der Pflanze zu schaden, ohne daß man behaupten kann, er sei für die Existenz der Pflanze nothwendig gewesen. Aber dieser Zustand war nicht dauernd, und wenn die Blüthe wieder farblos geworden ist, so wird keiner der Bestandtheile des rothen Farbestoffs mehr vorhanden sein; nur in dem Falle, daß einer davon den Zwecken ihres Lebens dienen könnte, wird sie diesen allein zurückbehalten, die übrigen werden durch die Wurzel in veränderter Form abgeschieden werden.

Ganz derselbe Fall muß eintreten, wenn wir eine Pflanze mit Auflösungen von Chlorkalium, Salpeter oder salpetersaurem Strontian begießen; sie werden wie der erwähnte Pflanzensaft in die Pflanze übergehen, und wenn wir sie zu dieser Zeit verbrennen, so werden wir die Basen in der Asche finden, ihre Gegenwart ist rein zufällig, es kann hieraus kein Schluß gegen die Nothwendigkeit des Vorhandenseins der anderen Basen gezogen werden. Wir wissen aus den schönen Versuchen von Macaire-Princep, daß Pflanzen, die man mit ihren Wurzeln in schwachen Auflösungen von essigsaurem Bleioxyd und sodann in Regenwasser vegetiren ließ, daß das letztere von denselben essigsaures Bleioxyd wieder empfing, daß sie also dasjenige wieder dem Boden zurückgeben, was zu ihrer Existenz nicht nothwendig ist.

Begießen wir eine Pflanze, die im Freien dem Sonnen-

*) Siehe Biot in den Comptes rendus des Séances de l'académie des Sciences à Paris, 1r Sémestre 1837, p. 12.

lichte, dem Regen und der Atmosphäre ausgesetzt ist, mit einer Auflösung von salpetersaurem Strontian, so wird das Anfangs aufgenommene, aber durch die Wurzeln wieder abgeführte Salz bei jeder Benetzung des Bodens durch den Regen von den Wurzeln weiter entfernt; nach einiger Zeit wird sie keine Spur mehr davon enthalten (Daubeny).

Fassen wir nun den Zustand der beiden Tannen ins Auge, deren Asche von einem der schärfsten und genauesten Analytiker untersucht worden ist. Die eine wächst in Norwegen auf einem Boden, dessen Bestandtheile sich nie ändern, dem aber durch Regenwasser lösliche Salze und darunter Kochsalz in überwiegender Menge zugeführt werden; woher kommt es nun, kann man fragen, daß ihre Asche keine entdeckbare Spur Kochsalz enthält, während wir gewiß sind, daß ihre Wurzeln nach jedem Regen Kochsalz aufgenommen haben?

Wir erklären uns die Abwesenheit des Kochsalzes durch directe und positive Beobachtungen, die man an anderen Pflanzen gemacht hat, indem wir sie der Fähigkeit ihres Organismus zuschreiben, Alles dem Boden wieder zurückzugeben, was nicht zu seinem Bestehen gehört.

Diese Thatsache ihrem wahren Werthe nach anerkannt, müssen die alkalischen Basen, die wir in den Aschen finden, zum Bestehen der Pflanze unentbehrlich sein; denn wären sie es nicht, so wären sie nicht da.

Von diesem Gesichtspunkte aufgefaßt, ist die völlige Entwickelung einer Pflanze abhängig von der Gegenwart von Alkalien oder alkalischen Erden. Mit ihrer gänzlichen Abwesenheit muß ihrer Ausbildung eine bestimmte Grenze gesetzt sein; beim Mangel an diesen Basen wird ihre Ausbildung gehemmt sein.

Vergleichen wir, um zu bestimmten Anwendungen zu

kommen, zwei Holzarten mit einander, welche ungleiche Mengen alkalischer Basen enthalten, so ergiebt sich von selbst, daß die eine auf manchen Bodenarten kräftig sich entwickeln kann, auf welchen die andere nur kümmerlich vegetirt. 10,000 Theile Eichenholz geben 250 Theile Asche, 10,000 Theile Tannenholz nur 83, dieselbe Quantität Lindenholz giebt 500, Weizenstroh 440, und Kartoffelkraut 1500 Theile *).

Auf Granit, auf kahlem Sandboden und Heiden wird die Tanne und Fichte noch hinreichende Mengen alkalischer Basen finden, auf welchen Eichen nicht fortkommen, und Weizen wird auf einem Boden, wo Linden gedeihen, diejenigen Basen in hinreichender Menge vorfinden, die er zu seiner völligen Entwickelung bedarf.

Diese für die Forst- und Feldwirthschaft im hohen Grade wichtigen Folgen lassen sich mit den evidentesten Thatsachen beweisen.

Alle Grasarten und Equisetaceen z. B. enthalten eine große Menge Kieselsäure und Kali, abgelagert in dem äußern Saume der Blätter und in dem Halme als saures kieselsaures Kali; auf einem Getreidefelde ändert sich der Gehalt an diesem Salze nicht merklich, wenn es ihm in der Form von Dünger, als verwes'tes Stroh, wieder zugeführt wird.

Ganz anders stellt sich dieses Verhältniß auf einer Wiese; nie findet sich auf einem kaliarmen Sand- oder reinen Kalkboden ein üppiger Graswuchs **); denn es fehlt ihm ein für

---

*) Berthier in den Ann. de chimie et de physique, T. XXXII. 248.

**) Es wäre von Wichtigkeit, die Asche von Strandgewächsen, welche in den muldenförmigen feuchten Vertiefungen der Dünen wachsen, namentlich die der Sandgräser, auf einen Alkaligehalt zu prüfen (Hartig). Wenn das Kali darin fehlt, so ist es sicher durch Natron wie bei den Salsola-Arten, oder durch Kalk wie bei den Plumbagineen ersetzt.

die Pflanze durchaus unentbehrlicher Bestandtheil. Basalte, Grauwacke, Porphyr geben unter gleichem Verhältnisse den besten Boden zu Wiesen ab, eben weil sie reich an Alkalien sind. Das hinweggenommene Kali ersetzt sich wieder bei dem jährlichen Wässern; der Boden selbst ist verhältnißmäßig für den Bedarf der Pflanze sehr reich, wiewohl nicht unerschöpflich an diesen Körpern.

In der Lüneburger Haide gewinnt man dem Boden von je dreißig zu dreißig oder vierzig Jahren eine Ernte an Getreide ab, indem man die darauf wachsenden Haiden (Erica vulgaris) verbrennt und ihre Asche in dem Boden vertheilt. Die Pflanze sammelt das in dieser langen Zeit in dem Boden aufgeschlossene oder durch den Regen zugeführte Kali oder Natron; beide sind es, welche in der Asche dem Hafer, der Gerste oder dem Roggen, die sie nicht entbehren können, die Entwickelung gestatteten.

In der Nähe von Heidelberg haben die Holzschläger die Vergünstigung, nach dem Schlagen von Lohholz den Boden zu ihrem Nutzen bebauen zu dürfen. Dem Einsäen des Landes geht unter allen Umständen das Verbrennen der Zweige, Wurzeln und Blätter voran, deren Asche dem darauf gepflanzten Getreide zu Gute kommt. Der Boden selbst, auf welchem die Eichen wachsen, ist in dieser Gegend Sandstein, und wenn auch der Baum hinreichende Mengen von Alkalien und alkalischen Erden für sein eigenes Bestehen in dem Boden vorfindet, so ist er dennoch unfruchtbar für Getreide in seinem gewöhnlichen Zustande.

Man hat in Bingen den entschiedensten Erfolg in Beziehung auf Entwickelung und Fruchtbarkeit des Weinstocks bei Anwendung des an Stickstoff reichsten Düngers von Hornspänen z. B. gesehen, aber der Ertrag, die Holz- und Blatt-

bildung nahm nach einigen Jahren zum großen Nachtheile des Besitzers in einem so hohen Grade ab, daß er stets zu bereuen Ursache hatte, von der dort gebräuchlichen und als der am besten anerkannten Düngungsmethode abgegangen zu sein. Der Weinstock wurde bei seiner Art zu düngen in seiner Entwickelung übertrieben, in zwei oder drei Jahren wurde alles Kali, was den künftigen Ertrag gesichert hatte, zur Bildung der Frucht, der Blätter, des Holzes verwendet, die ohne Ersatz den Weinbergen genommen wurden, denn der gegebene Dünger enthielt kein Kali.

Man hat am Rheine Weinberge, deren Stöcke über ein Jahrhundert alt sind, und dieses Alter erreichen sie nur bei Anwendung des alkalireichsten Kuhdüngers. Alles Alkali, was die Nahrung der Kuh enthält, geht, wie man weiß, in die flüssigen Excremente über.

Die Blätter und kleinen Zweige der Bäume enthalten die meiste Asche und das meiste Alkali; was durch sie bei dem Laub- und Streusammeln den Wäldern genommen wird, ist bei weitem mehr, als was das Holz enthält, welches jährlich geschlagen wird. Die Eichenrinde, das Eichenlaub enthält z. B. 6 Proc. bis 9 Proc., die Tannen- und Fichtennadeln über 8 Proc.

Mit 2650 Pfd. Tannenholz, die wir einem Morgen Wald jährlich nehmen, wird im Ganzen dem Boden, bei 0,83 Proc. Asche, nur 7 bis 8 Pfd. an Alkalien entzogen, aber die Blätter (Nadeln), welche den Boden bedecken, deren Asche, verglichen mit dem Holze, reich an Alkali ist, halten das Kali an der Oberfläche des so leicht von dem Wasser durchdringbaren Sandbodens zurück und bieten in ihrer Verwesung den aufgespeicherten Vorrath den Wurzeln dar.

Die Asche der Tabackspflanze, des Holzes der Weinrebe,

der Erbsen und des Klees enthält eine große Menge Kalk. Diese Pflanzen gedeihen nicht auf einem Boden, worin der Kalk fehlt, ihre Entwickelung wird befördert, wenn dem an Kalk armen Boden Kalksalze zugesetzt werden, und wir haben allen Grund zu glauben, daß ihre üppige Entwickelung wesentlich an die Gegenwart des Kalkes gebunden ist. Dasselbe muß angenommen werden für die Magnesia, die in vielen Pflanzen (Kartoffeln, Runkelrüben ꝛc.) als nie fehlender Bestandtheil vorkommt.

Von einer Erzeugung von Alkalien, Metalloryden und anorganischen Stoffen überhaupt kann nach diesen so wohl bekannten Thatsachen keine Rede sein.

Man findet es bewundernswürdig, daß die Grasarten, deren Samen zur Nahrung dienen, dem Menschen wie ein Hausthier folgen. Sie folgen dem Menschen, durch ähnliche Ursachen gezwungen, wie die Salzpflanzen dem Meeresstrande und Salinen, die Chenopodien den Schutthaufen ꝛc.; so wie die Mistkäfer auf die Excremente der Thiere angewiesen sind, so bedürfen die Salzflanzen des Kochsalzes, die Schuttpflanzen des Ammoniaks und salpetersaurer Salze. Keine von unseren Getreide- und Gemüsepflanzen kann aber ausgebildete Samen tragen, Samen, welche Mehl geben, ohne eine reichliche Menge von phosphorsauren Alkalien und phosphorsaurer Bittererde, ohne Ammoniak zu ihrer Ausbildung vorzufinden. Diese Samen entwickeln sich nur in einem Boden, wo diese drei Bestandtheile sich vereinigt befinden, und kein Boden ist reicher daran als Orte, wo Menschen und Thiere familienartig zusammenwohnen; sie folgen dem Urin, den Excrementen derselben, weil sie ohne deren Bestandtheile nicht zum Samentragen kommen.

Wenn wir Salzpflanzen mehrere hundert Meilen von

dem Strande des Meeres entfernt in der Nähe unserer Salinen finden, so wissen wir, daß sie auf dem natürlichsten Wege dahin gelangen; Samen von Pflanzen werden durch Winde und Vögel über die ganze Oberfläche der Erde verbreitet, aber sie entwickeln sich nur da, wo sich die Bedingungen ihres Lebens vorfinden.

In den Soolenkasten der Gradirgebäude auf der Saline Salzhausen bei Nidda finden sich zahlreiche Schaaren kleiner nicht über zwei Zoll langer Stachelfische (Gasterosteus aculeatus). In den Soolenkasten der 6 Stunden davon entfernten Saline Nauheim trifft man kein lebendes Wesen an, aber die letztere ist überreich an Kohlensäure und Kalk, ihre Gradirwände sind bedeckt mit Stalaktiten, in dem einen Wasser sind die in irgend einer Weise hingebrachten Eier zur Entwickelung gekommen, in dem andern nicht.

Wieviel wunderbarer und unerklärlicher erscheint die Eigenschaft feuerbeständiger Körper, unter gewissen Bedingungen sich zu verflüchtigen, bei gewöhnlicher Temperatur in einen Zustand überzugehen, von dem wir nicht zu sagen vermögen, ob sie zu Gas geworden oder durch ein Gas in Auflösung übergegangen sind. Der Wasserdampf, die Vergasung überhaupt ist bei diesen Körpern die sonderbarste Ursache der Verflüchtigung; ein in Gas übergehender, ein verdampfender flüssiger Körper ertheilt allen Materien, welche darin gelöst sind, in höherem oder geringerem Grade die Fähigkeit, den nämlichen Zustand anzunehmen, eine Eigenschaft, die sie für sich nicht besitzen.

Die **Borsäure** gehört zu den feuerbeständigsten Materien; auch in der stärksten Weißglühhitze erleidet sie keine durch die feinsten Wagen bemerkbare Gewichtsveränderung, sie ist nicht flüchtig, aber ihre Auflösungen im Wasser können

auch bei der gelindesten Erwärmung nicht verdampft werden, ohne daß den Wasserdämpfen nicht eine bemerkbare Menge Borsäure folgt. Diese Eigenschaft ist der Grund, warum wir bei allen Analysen Borsäure-haltiger Mineralien, wo Flüssigkeiten, welche Borsäure enthalten, verdampft werden müssen, einen Verlust erleiden; die Quantität Borsäure, welche einem Cubikfuß siedend heißen Wasserdampfes folgt, ist durch die feinsten Reagentien nicht entdeckbar, und dennoch, so außerordentlich klein sie auch erscheinen mag, stammen die vielen tausend Centner Borsäure, welche von Italien aus in den Handel gebracht werden, von der ununterbrochenen Anhäufung dieser, dem Anschein nach, verschwindenden Menge her. Man läßt in den Lagunen von Castel nuovo, Cherchiago 2c. die aus dem Innern der Erde strömenden siedendheißen Dämpfe durch Wasser streichen, was nach und nach daran immer reicher wird, so daß man zuletzt durch Verdunsten krystallisirbare Borsäure daraus erhält. Der Temperatur dieser Wasserdämpfe nach kommen sie aus Tiefen, wo menschliche Wesen, wo Thiere nie gelebt haben können; wie bemerkenswerth und bedeutungsvoll erscheint in dieser Beziehung der nie fehlende Ammoniakgehalt dieser Dämpfe. In den großen Fabriken zu Liverpool, wo die natürliche Borsäure zu Borax verarbeitet wird, gewinnt man daraus als Nebenproduct viele hundert Pfunde schwefelsaures Ammoniak.

Das Ammoniak stammt nicht von thierischen Organismen; es war vorhanden vor allen lebendigen Generationen, es ist ein Theil, ein Bestandtheil des Erdkörpers.

Die von der Direction des poudres et salpêtres unter Lavoisier angestellten Versuche haben bewiesen, daß bei dem Verdampfen von Salpeterlaugen die darin gelösten Salze sich

mit dem Wasser verflüchtigen und einen Verlust herbeiführen, über den man sich vorher keine Rechenschaft geben konnte. Eben so bekannt ist, daß bei Stürmen von dem Meere nach dem Binnenlande hin, in der Richtung des Sturmes, sich die Blätter der Pflanzen mit Salzkrystallen selbst auf 20 bis 30 engl. Meilen hin bedecken, aber es bedarf der Stürme nicht, um diese Salze zum Verflüchtigen zu bringen, die über dem Meere schwebende Luft trübt jederzeit die salpetersaure Silberlösung, jeder, auch der schwächste Luftzug entführt mit den Milliarden Centnern Seewasser, welche jährlich verdampfen, eine entsprechende Menge der darin gelösten Salze und führt Kochsalz, Chlorkalium, Bittererde und die übrigen Bestandtheile dem festen Lande zu.

Diese Verflüchtigung ist die Quelle eines beträchtlichen Verlustes in der Salzgewinnung aus schwachen Soolen. Auf der Saline Nauheim ist diese Erscheinung durch den dortigen Director, Herrn Wilhelmi, einen sehr unterrichteten und kenntnißreichen Mann, zur Evidenz nachgewiesen worden; eine Glasplatte auf einer hohen Stange zwischen zwei Gradirgebäuden befestigt, die von einander etwa 1200 Schritte entfernt standen, fand sich des Morgens nach dem Auftrocknen des Thaues auf der einen oder anderen Seite nach der Richtung des Windes stets mit Salzkrystallen bedeckt.

Das in steter Verdampfung begriffene Meer *) verbreitet

*) Das Seewasser enthält nach Marcet in 1000 Theilen:

26,660	Kochsalz,
4,660	schwefelsaures Natron,
1,232	Chlorkalium,
5,152	Chlormagnesium,
1,5	schwefelsauren Kalk.
39,204.	

(Siehe folgende Seite.)

über die ganze Oberfläche der Erde hin, in dem Regenwasser, alle zum Bestehen einer Vegetation unentbehrlichen Salze, wir finden sie selbst da in ihrer Asche wieder, wo der Boden keine dieser Bestandtheile liefern konnte.

In der Betrachtung umfassender Naturerscheinungen haben wir keinen Maßstab mehr für das, was wir gewohnt sind, klein oder groß zu nennen; alle unsere Begriffe beziehen sich auf unsere Umgebungen, aber wie verschwindend sind diese gegen die Masse des Erdkörpers; was in einem begrenzten Raume kaum bemerkbar ist, erscheint in einem unbegrenzten unfaßbar groß. Die Luft enthält nur ein Tausendtheil ihres Gewichts an Kohlensäure; so klein dieser Gehalt auch scheint, so ist er doch mehr als hinreichend, um Jahrtausende hinaus die lebenden Generationen mit Kohlenstoff zu versehen, selbst wenn er derselben nicht ersetzt werden würde. Das Seewasser enthält $^1/_{12400}$ seines Gewichts an kohlensaurem Kalk, und diese in einem Pfunde kaum bestimmbare Menge ist die Quelle, welche Myriaden von Schaalthieren, Korallen 2c. mit dem Material zu ihrem Gehäuse versieht.

Während die Luft nur 4 bis 6 Zehntausendtheile ihres Volumens an Kohlensäure enthält, beträgt der Kohlensäuregehalt des Meerwassers über hundertmal mehr (10,000 Volumen Meerwasser enthalten 620 Vol. Kohlensäure, Laurent, Bouillon-Lagrange), und in diesem Medium, worin eine

Das Nordseewasser enthält nach Clemm in 1000 Theilen:

24,84 Kochsalz,
2,42 Chlormagnesium,
2,06 schwefelsaure Magnesia,
1,31 Chlorkalium,
1,20 Gyps,

sowie unbestimmbare Mengen kohlensauren Kalk, Bittererde, Eisen Mangan, phosphorsauren Kalk, Jod und Brommetalle, organische Substanzen, Ammoniak und Kohlensäure.

ganze Welt von anderen Pflanzen und Thieren lebt, finden sich die nämlichen Bedingungen ihres Lebens vereinigt, welche das Bestehen lebender Wesen auf der Oberfläche des festen Landes möglich machen *).

Die Wurzeln der Pflanzen sind die ewig thätigen Sammler der Alkalien, der Bestandtheile des Seewassers, die der Regen zuführt, des Quellwassers, was den Boden durchdringt; ohne Alkalien und alkalische Basen würden die meisten Pflanzen nicht bestehen, ohne die Pflanzen würden die Alkalien allmälig von der Oberfläche der Erde verschwinden.

Wenn man erwägt, daß das Meerwasser weniger als ein Milliontheil seines Gewichts an Jod enthält, daß alle Verbindungen des Jods mit Alkalimetallen in hohem Grade löslich im Wasser sind, so muß man nothwendig in dem Organismus der Seetangen, der Fucusarten eine Ursache voraussetzen, welche diese Pflanzen bestimmt, während ihres Lebens das Jod in der Form eines löslichen Salzes dem Meerwasser zu entziehen und in der Weise zu assimiliren, daß es in das umgebende Medium nicht wieder zurückkehren kann; diese Pflanzen sind für das Jod ähnliche Sammler, wie die Landpflanzen für die Alkalien, sie sind es, welche uns Quantitäten von Jod liefern, deren Gewinnung aus dem Seewasser die Verdampfung ganzer Seen vorausgehen müßte.

Wir setzen voraus, daß die Seepflanzen Jodmetalle zu ihrer Entwickelung bedürfen, und daß ihr Bestehen an deren Vorhandensein geknüpft ist. Mit demselben Rechte schließen wir von der nie fehlenden Gegenwart der Alkalien und alkali-

*) Wird der trockene Salzrückstand von der Verdampfung von Meerwasser in einer Retorte bis zum Glühen erhitzt, so erhält man ein Sublimat von salzsaurem Ammoniak (Marcet).

schen Erden in der Asche der Landpflanzen auf ihre Nothwendigkeit für die Entwickelung dieser Pflanzen während ihres Lebens.

Der Ursprung der Ackererde.

Die härtesten Stein- und Gebirgsarten verlieren nach und nach durch den Einfluß gewisser Thätigkeiten ihren Zusammenhang, es sind die Trümmer und Ueberreste der Gebirge, welche diese Veränderung erlitten haben, aus denen die Ackererde besteht.

Die Aufhebung des Zusammenhangs der Fels- und Gebirgsarten wird bedingt theils durch mechanische, theils durch chemische Ursachen. Ueberall, wo die Gebirge das ganze Jahr oder einen Theil des Jahres mit Schnee bedeckt sind, beobachtet man, daß auch die härtesten Felsen in kleine Trümmer zerklüften *), welche durch die Bewegung der Gletscher abgerundet oder in Staub zermalmt werden. Die Bäche und Ströme, welche aus diesen Gletschern entspringen, sind durch die beigemischten Gebirgstheile unklar und trübe, den Thälern und Ebenen zugeführt setzen sie sich als fruchtbare Erde daraus ab.

»So oft ich Lagern von Erde, Sand und Geschiebe von

---

*) Ich beobachtete häufig, sowohl in den Anden, als in Feuerland (Tierra del fuego), daß überall, wo der Felsen den größten Theil des Jahres hindurch mit Schnee bedeckt war, daß er in einer ganz außerordentlichen Weise in kleine spitzige Fragmente zertrümmert war. Scoresby hat die nämliche Erscheinung auf Spitzbergen beobachtet, er sagt, der unveränderlich zerbröckelte Zustand der Felsen scheint eine Wirkung des Frostes zu sein. (Darvin, S. 388.)

vielen Tausend Fuß Mächtigkeit begegnete, bin ich immer geneigt gewesen auszurufen, daß mechanische Ursachen, wie die gegenwärtigen Ströme und Bäche, nicht im Stande sein konnten, solche ungeheure Massen in Staub zu verwandeln. Wenn ich aber auf der anderen Seite das rasselnde Getöse dieser fallenden Gewässer ins Auge faßte, wenn ich daran dachte, daß ganze Thiergeschlechter von der Erde verschwunden sind, während welcher Periode Tag und Nacht unausgesetzt die nämlichen Ursachen der Zerstörung und Vernichtung thätig waren, so kam es mir wieder unbegreiflich vor, wie ein Gebirge zuletzt ihren Wirkungen zu widerstehen vermochte« (Darvin, S. 386).

Zu diesen mechanischen Ursachen der Aufhebung des Zusammenhangs der Gebirgsarten fügen sich die chemischen Actionen hinzu, welche der Sauerstoff, die Kohlensäure der Luft, sowie das Wasser auf die Bestandtheile derselben ausüben.

Die letzteren sind die eigentlichen Ursachen der Verwitterung; ihre Thätigkeit ist nicht begrenzt durch die Zeit, sie äußert sich in jeder Zeitsekunde und muß selbst dann noch als vorhanden angesehen werden, wenn der hervorgebrachte Effect während der Dauer eines Menschenlebens nicht wahrnehmbar ist.

Es dauert Jahre lang, ehe ein dem Einflusse der Witterung ausgesetztes Stück polirten Granits seinen Glanz verliert, allein in einer unendlich langen Zeit zerfällt das große Stück durch die auf seine Bestandtheile wirkenden chemischen Thätigkeiten in immer kleinere Trümmer.

Die Wirkung des Wassers ist stets begleitet von der des Sauerstoffs und der Kohlensäure, sie lassen sich kaum getrennt von einander in Betrachtung ziehen.

Eine Menge Felsarten, wie Basalt, Thonschiefer, enthal-

ten in chemischer Verbindung Eisenoxydul, was die Fähigkeit besitzt, Sauerstoff aufzunehmen und in Oxyd überzugehen. Wir erkennen diese Eigenschaft in unseren an Eisenoxyden reichen Ackererden. Von der Oberfläche abwärts bis zu einer gewissen Tiefe ist ihre Farbe roth oder rothbraun, sie enthält Eisenoxyd, der Untergrund ist schwarz oder schwarzbraun, er enthält Eisenoxydul. Bei tiefem Pflügen wird der Untergrund zur Oberfläche, und es tritt nun der Fall ein, daß der früher fruchtbare Boden für eine gewisse Reihefolge von Jahren seine Fruchtbarkeit verliert. Dieser Zustand dauert so lange, bis die Oberfläche wieder roth geworden, bis nämlich alles Eisenoxydul in Oxyd übergegangen ist.

Aehnlich nun, wie ein krystallisirtes Eisenoxydulsalz durch Aufnahme von Sauerstoff seinen Zusammenhang verliert und in Pulver zerfällt, verhält es sich mit den meisten Gebirgsarten, deren Bestandtheile eine Verbindung mit dem Sauerstoffe einzugehen vermögen. In Folge der Entstehung neuer Zusammensetzungen wird der Zusammenhang der ursprünglichen aufgehoben. Enthält die Gebirgsart eingemengte Schwefelmetalle, wie z. B. Schwefelkies und Magnetkies, welche so häufig sich in den Graniten finden, so verwandeln sich diese nach und nach in schwefelsaure Salze.

Die meisten Gebirgsarten, der Feldspath, der Basalt, der Thonschiefer, Porphyr, zahlreiche Glieder der Kalkformation sind Gemenge von Silicaten; sie bestehen aus mannigfaltigen Verbindungen von Kieselerde mit Thonerde, Kalk, Kali, Natron, Eisen und Manganoxydul.

Um eine klare Vorstellung über den Einfluß des Wassers und der Kohlensäure auf die Gebirgsarten zu erlangen, ist es nothwendig, sich an die Eigenschaften der Kieselerde und ihrer Verbindungen mit alkalischen Basen zu erinnern.

Der Quarz oder Bergkrystall stellt Kieselerde in hohem Grade der Reinheit dar; in diesem Zustande ist sie nicht löslich, weder im kalten noch warmen Wasser, völlig geschmacklos, ohne alle Reaction auf Pflanzenfarben; ihre Haupteigenschaft besteht nun darin, daß sie mit Alkalien und allen basischen Metalloxyden salzartige Verbindungen eingeht, die man Silicate nennt. Das Fenster- und Spiegelglas ist ein Gemenge von kieselsauren Salzen mit alkalischen Basen, Kali-Natron und Kalk, und die gewöhnlichsten Beobachtungen zeigen, daß in den meisten Sorten dieser Gläser das Alkali völlig neutralisirt ist. Das Vermögen, sich mit Metalloxyden zu verbinden und die Alkalien völlig zu neutralisiren, besitzen nur die Säuren, woher es denn kommt, daß die Kieselerde den Namen Kieselsäure erhalten hat.

Die Kieselsäure ist eine der schwächsten Säuren, die man kennt; es ist schon erwähnt worden, daß ihr der saure Geschmack der anderen Säuren, sowie die Löslichkeit im Wasser im krystallisirten Zustande völlig abgeht.

Von alkalischen Laugen hingegen wird die Kieselerde in sehr feingepulvertem Zustande bei anhaltendem Kochen aufgelöst.

Verbindungen mit Kali und Natron werden am leichtesten auf trockenem Wege durch Schmelzen von reinem oder kohlensaurem Alkali mit Sand hervorgebracht; es entstehen auf diese Weise Gläser, die je nach der Menge des darin enthaltenen löslichen Bestandtheils verschiedene Eigenschaften zeigen. Bei einem Verhältnisse von 70 Kieselerde auf 30 Kali oder Natron erhält man ein Glas, was in kochendem Wasser löslich ist und auf Holz oder Eisen gestrichen zu einem glasartigen Ueberzug eintrocknet, daher der Name Wasserglas. Bei weniger Alkali, d. h. bei einem größeren Verhältnisse von

Kieselerde vermindert sich mehr oder weniger seine Auflöslichkeit im Wasser.

Die im Wasser löslichen Silicate werden durch alle Säuren zerlegt. Enthält die Auflösung des Silicats mehr als $^1/_{30}$ von dem Gewichte des Wassers an Kieselerde, so entsteht durch Zusatz einer Säure ein durchscheinender Niederschlag, der ganz das Ansehen von Gallerte besitzt. Dieser Niederschlag ist eine Verbindung von Kieselerde mit Wasser, Kieselerdehydrat. Enthält die Auflösung weniger Kieselerde, so bleibt sie beim Zusatze von Säuren völlig klar.

Dieses Klarbleiben setzt voraus, daß die Kieselerde in dem Zustande, in welchem sie von der Säure aus ihrer Verbindung mit dem Alkali getrennt wird, einen gewissen Grad von Löslichkeit in reinem Wasser besitzt.

Wenn man in der That den Niederschlag von Kieselerde in dem gallertartigen Zustande mit Wasser auswäscht, so nimmt er an Volumen ab; durch Verdampfen des Wassers läßt sich die darin aufgelöste Kieselerde mit Leichtigkeit nachweisen.

Man bemerkt leicht, daß die Kieselsäure einen doppelten chemischen Charakter besitzt. Aus einem Silicate in irgend einer Weise abgeschieden, hat sie ganz andere Eigenschaften, als in der Form von Sand, Quarz und Bergkrystall. Ist bei ihrer Trennung von einer Base, bei ihrer Abscheidung aus einer Auflösung, Wasser genug zugegen, um sie aufgelöst zu halten, so scheidet sich nichts ab; in gewissen Zuständen ist sie löslicher im Wasser als Gyps.

Diese so große Löslichkeit im Wasser verliert die gallertartige Kieselerde völlig durch bloßes Trockenwerden. Bis zu einem gewissen Grade concentrirt, gesteht ihre Auflösung in Säuren nach dem Erkalten zu einer wasserklaren zusammen-

hängenden Gallerte. Man kann das Gefäß umwenden, ohne daß ein Tropfen ausfließt.

Bei weiterem Eintrocknen trennt sich mit dem Lösungsmittel das Wasser, was die Kieselerde in den aufgequollenen gallertartigen Zustand versetzt. Die Affinität zwischen beiden ist so schwach, daß diese Trennung schon bei gewöhnlicher Lufttemperatur vor sich geht.

Einmal von ihrem Hydratwasser befreit, ist die Kieselerde im Wasser nicht mehr löslich, ohne deshalb in ihren Eigenschaften der krystallisirten Kieselerde (Sand, Quarz ꝛc.) völlig gleich zu sein; sie behält nämlich das Vermögen, sich in Alkalien, und zwar nicht bloß in ätzenden, sondern auch in kohlensauren Alkalien bei gewöhnlicher Temperatur zu lösen, dies geschieht sogar dann noch, wenn sie vorher zum Glühen erhitzt worden ist.

Es giebt, wie man sieht, kaum eine Mineralsubstanz, welche in Hinsicht auf merkwürdige Eigenschaften verglichen werden kann mit der Kieselerde.

Die meisten der im kalten Wasser unlöslichen Silicate, welche alkalische Basen enthalten, werden durch anhaltende Berührung mit heißem Wasser, besonders leicht, wenn das Wasser eine Säure enthält, zerlegt. Noch in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, wo diese Eigenschaft der Silicate unbekannt war, gab sie zu der Meinung Veranlassung, daß das Wasser sich in Erde verwandeln ließe.

Alles in Glasgefäßen destillirte Wasser hinterläßt nämlich nach dem Verdampfen eine gewisse Quantität erdiger Substanz; selbst nach zehn- und mehrmaligen Destillationen bleibt ein erdiger Rückstand. Lavoisier zeigte, daß ein Theil des Glases und Porzellans von dem Wasser, was man darin zum Sieden bringt, aufgelöst wird, daß das Gefäß am Gewichte

genau um so viel abnimmt, als das verdampfte Wasser an erdigem Rückstande hinterläßt. In reinen Metallgefäßen destillirt, bleibt diese Erscheinung aus.

Wir sehen die Wirkung, welche das Wasser auf die in dem Glase enthaltenen Silicate ausübt, an dem Blindwerden der Gläser auf Mistbeeten z. B., welche der Witterung am meisten ausgesetzt sind. Wir sehen diese Zersetzung der Gläser gesteigert und vermehrt durch die Mitwirkung der Kohlensäure in Ställen, wo durch den Athmungsproceß von Thieren und den Fäulnißproceß von thierischen Materien die Luft reich ist an Kohlensäure.

Die Kieselsäure ist die schwächste unter allen Säuren, die löslichen Silicate werden schon durch Kohlensäure vollkommen zersetzt.

Eine Auflösung von Wasserglas erstarrt, wenn sie mit Kohlensäure gesättigt wird, zu einer Gallerte; wir müssen annehmen, daß diese Zersetzung auch in ganz verdünnten Auflösungen vor sich geht, wo wir keine Abscheidung von Kieselerde wahrnehmen, in diesem Falle bleibt die Kieselerde in dem Wasser gelöst.

Die Zersetzbarkeit der Silicate durch die Einwirkung des Wassers und der Säuren geht um so rascher und leichter von Statten, je mehr Alkali sie enthalten.

Die anorganische Natur bietet zahlreiche Beispiele eines unausgesetzt vorgehenden Zersetzungsprocesses, der in den Gebirgarten enthaltenen Silicate, durch den Einfluß des Wassers und der Kohlensäure dar.

Nach den darüber angestellten Untersuchungen ist es keinem Zweifel unterworfen, daß die großen Lager von Porzellanthon (Kaolin) durch die zerlegende Wirkung des Wassers auf Kali und Natronsilicate, gewisse Feldspathe oder Feldspath füh-

rende Gesteine entstanden sind. Man kann den Feldspath *) sich denken als eine Verbindung eines Thonerdesilicats mit einem Alkalisilicate, welches letztere im Wasser löslich und, nach und nach hinweggenommen, den feuerfesten Porzellanthon hinterläßt.

Forchhammer hat gezeigt, daß der Feldspath **) durch Wasser von 150° und unter einem dieser Temperatur entsprechenden Drucke zerlegt wird. Das Wasser nimmt eine starke alkalische Reaction an und enthält aufgelöste Kieselerde. Die Geiser auf Island sind Quellen von siedendheißem Wasser ***), welche aus einer großen Tiefe kommen und demzufolge einem hohen Drucke ausgesetzt sind. Forchhammer hat durch die Analyse bewiesen, daß wir in diesem Wasser die löslichen Bestandtheile der Natronfeldspathe und Magnesiasilicate haben, die in Trappgebirgen vorwalten; es kann keinem Zweifel unterliegen, daß im Grunde des Geisers eine Verwandlung

*) Zusammensetzung der Feldspathe:

	Feldspath	Albit	Labrador	Anorthit
Kieselerde	65,9	69,8	55,8	44,5
Thonerde	17,8	18,8	26,5	34,5
Kali	16,3	—	—	—
Natron		11,4	4,0	—
Bittererde				5,2
Kalk			11,0	15,7
Eisenoxydul			1,3	0,7

**) Die chemische Formel des Feldspaths ist: $Al_2O_3, 3SiO_3 + KO, SiO_3$. — Diese Formel dreimal genommen läßt sich zerlegen in Porzellanthon $= 3Al_2O_3, 4SiO_3 =$ und in lösliches kieselsaures Kali $= 3KO\ 8SiO_3$.

***) Der trockene Rückstand von 28 Unzen Geiserwasser besteht aus:

Gyps	0,453
Schwefelsaures Natron / Magnesia	0,827
Kochsalz	2,264
Natron	1,767
Kieselerde	5,506

von krystallinischen Feldspathen in Thon unausgesetzt und in einem sehr großen Maßstabe stattfindet.

Das Wasser wirkt bei gewöhnlicher Temperatur, wenn es, wie alles atmosphärische und Quellwasser, Kohlensäure enthält, ganz ähnlich wie bei hoher Temperatur und einem hohen Drucke.

Polstorf und Wiegmann nahmen weißen Sand, kochten ihn mit Königswasser aus und setzten ihn nach dem vollständigen Entfernen der Säure durch Auswaschen der Wirkung von Wasser, was mit Kohlensäure gesättigt war, während 30 Tagen aus.

Die Analyse dieses Wassers zeigte, daß die in dem Sande nie fehlenden Silicate, welche der kurzdauernden Einwirkung des Königswassers widerstanden hatten, in längerer Zeit eine Zersetzung durch das kohlensäurehaltige Wasser erfuhren. Das Wasser enthielt kiesel- und kohlensaures Kali, sowie Kalk und Talkerde aufgelöst.

Von den in der Natur vorkommenden Silicaten mit alkalischer Basis giebt es eine gewisse Klasse, welche im krystallisirten Zustande Wasser in chemischer Verbindung enthalten, hierher gehören die Zeolithe, Analcim, Mesotyp, Sodalith, Apophyllith &c., die eigentlichen Feldspathe sind immer wasserfrei.

Durch ihr Verhalten gegen Säuren unterscheiden sich diese Silicate sehr wesentlich von einander.

Wird ein dem Mesotyp in seiner Zusammensetzung ähnliches Mineral in feingepulvertem Zustande mit Salzsäure in der Kälte stehen gelassen, so schwillt es zu einer dicken Gallerte auf, welche die Säure gestehen macht. Das Mineral, wie man sagt, wird bei gewöhnlicher Temperatur aufgeschlossen, die in der Säure löslichen Bestandtheile werden davon auf-

genommen, die Kieselerde bleibt als Hydrat zum großen Theile in der Säure ungelöst.

Unter den Feldspathen zeigt der Kalkfeldspath (Labrador) ein ähnliches Verhalten. Der Kali- und Natronfeldspath (Adular und Albit) werden unter diesen Umständen nicht angegriffen.

Durch dieses so verschiedene Verhalten gegen Lösungsmittel ist man im Stande gewesen, sehr zusammengesetzte Gebirgsarten in ihre Gemengtheile zu zerlegen. Das Verfahren selbst, was von C. Gmelin zuerst in seiner Analyse des Phonoliths angewendet worden ist, giebt ein leichtes Mittel ab, die verwitterbaren (aufschließbaren) Mineralien in allen Gebirgs- und Erdarten aufzufinden und ihre Menge zu bestimmen. So enthält, um einige Beispiele anzugeben, der Phonolith von Abterode im Hegau (Poggendorff's Annalen XIV. p. 357)

2,097 mesotypartiges Gestein (in Säuren löslich).
11,142 Feldspath (nicht in Säuren löslich).

Die Bestandtheile beider sind folgende:

	das in Säuren lösliche,	der in Säuren unlösliche Rückstand.
Kieselerde	38,574	66,291
Thonerde	24,320	16,510
Kali	3,079	9,249
Natron	12,656	4,960
Kalk	1,802	—
Eisenoxyd	11,346	2,388
Manganoxyd	2,194	0,896
Titansäure	0,620	—
Wasser	4,209	—
Organ. Substanz	0,405	—

In einer ähnlichen Weise analysirte H. Frick den Thonschiefer und Löwe den Basalt und die Lava vom Aetna.

Der Basalt bestand in 100 Theilen aus { 4,615 Magneteisenerz, 39,800 Zeolith *), 55,885 Augit **) }

Durch Behandlung des Thonschiefers von Benndorf mit Salzsäure wurden erhalten

26,46 in Salzsäure lösliche Bestandtheile
73,54 » » unlösliche »

Die Zusammensetzung derselben war folgende:

	der in Salzsäure löslichen,	der darin unlöslichen Bestandtheile des Thonschiefers.
Kieselerde	22,39	77,06
Thonerde	19,35	15,99
Eisenoxyd	27,61	1,53
Bittererde	7,00	0,57
Kalk	2,42	0,33
Kali (kein Natron)	2,37	3,94
Wasser, Kohlensäure und Verlust	18,86	0,39
Kupferoxyd		0,19.

*) Der Zeolith bestand aus:

Kieselerde	38,83
Thonerde	28,77
Kalk	10,45
Natron	13,81
Kali	1,42
Wasser	6,72
	100,00

**) Der Augit ist ein Silicat von Kalk und Bittererde.

Aus diesen Analysen ergeben sich einige höchst wichtige Folgerungen.

Es ist angeführt worden, daß der Feldspath, welcher in der kurzen Zeit von 24 Stunden von kalter Salzsäure kaum angegriffen wird, daß dieses Mineral der auflösenden Wirkung des mit Kohlensäure gesättigten Wassers nicht widersteht, und aus den angeführten Analysen ergiebt sich, daß die verbreitetsten Felsarten Gemenge von Silicaten sind, welche sich in Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur lösen, die also von Wasser, namentlich von kohlensäurehaltigem Wasser, noch weit leichter aufgeschlossen und angegriffen werden müssen als der Feldspath.

Alle Fels- und Gebirgsarten, welche Silicate von alkalischen Basen enthalten, können auf die Dauer hin der auflösenden Kraft des kohlensäurehaltigen Wassers nicht widerstehen. Die Alkalien, Kalk, Bittererde werden entweder allein, oder die ersteren in Verbindung mit Kieselerde aufgelöst, während Thonerde gemengt oder in Verbindung mit Kieselerde zurückbleibt. Der verwitterte Phonolith aus Abterode, welcher durch den Einfluß der Feuchtigkeit und Luft auf das feste Gestein entstanden ist, dessen Analyse oben angeführt wurde, verhält sich gegen Salzsäure ganz anders.

Während der unverwitterte Klingstein mehr als 20 Proc. lösliche Bestandtheile an die Salzsäure abgiebt, werden von dem verwitterten noch nicht ganz 5 Proc. aufgelöst.

Der in Säuren unlösliche Bestandtheil des verwitterten Phonoliths ist in seiner Zusammensetzung kaum verändert, in dem löslichen Bestandtheile *) macht das Eisen und Mangan-

*) Der lösliche Theil des verwitterten Klingsteins besteht aus:

Kieselerde	13,396	
Thonerde	5,660	(S. f. S.)

oxyd die Hauptmasse aus; beide Oxyde verhalten sich in dem löslichen Bestandtheile des unverwitterten Gesteins (siehe S. 124) wie 11,346 : 2,194, in dem verwitterten sind in 100 Thln. 63,39 Eisen auf 11,13 Manganoxyd erhalten worden. Dies ist nahe das nämliche Verhältniß.

Durch die Verwitterung sind also vermittelst des Wassers die Alkalien, der Kalk aufgelöst und mit Kieselerde und Thonerde hinweggeführt worden; was zurückblieb, enthält nur $^{1}/_{15}$ der ursprünglich darin vorhandenen Alkalien.

So lange aber noch eine Spur Alkali oder einer in Kohlensäure löslichen Basis in dem Minerale zurückbleibt, dauert die Wirkung des kohlensäurehaltigen Wassers, welche ein immer weiterschreitendes Auseinanderfallen der Bestandtheile bewirkt, fort.

Der in ganz Dänemark so häufige gelbe Thon ist nach Forchhammer Granit, dessen Feldspath in Kaolin verwandelt, dessen Glimmer unzerstört geblieben ist, dessen Quarz den Sand des Thons ausmacht; der Magneteisenstein und das Titaneisen des Granits finden sich in diesem Thone als Eisenoxyd und Titanoxyd wieder. Aus Syeniten und Grünsteinen entsteht der blaue Thon, dem der Glimmer fehlt (Forcham-

Kali, Natron	1,074
Kalk, Spuren.	
Eisenoxyd	63,396
Manganoxyd	11,132
Titansäure	3,396
Der unlösliche Theil:	
Kieselerde	66,462
Thonerde	16,810
Kali	9,569
Natron	4,281
Kalk	1,523
Eisenoxyd	2,989
Manganoxyd	0,172

mer). Aus Porphyr sind durch die Verwitterung die großen Thonlager bei Halle*) entstanden. Man unterscheidet darin leicht beim Anfeuchten die Grundmasse, welche weiß, und den Feldspath, welcher gelblich aussieht (Mitscherlich).

Die in Wasser oder Kali gelöste Kieselerde hat sich zuweilen aus dieser Auflösung an den Feldspathkrystallen selbst wieder in Krystallen abgesetzt, wie man dies im Trachyt des Siebengebirges bei Bonn häufig beobachtet (Mitscherlich). Die meisten Sandsteine enthalten beigemischte Silicate mit alkalischen Basen, in dem Sandstein des Heiligenberges bei Heidelberg finden sich viele Stücke von Feldspath, welche theilweise in Thon umgeändert sind und weiße Pünktchen im Sandsteine bilden.

Aus der Analyse der Porzellanerden**) läßt sich entnehmen, daß die Zersetzung des Feldspaths, aus der sie entstanden sind, die äußerste Grenze noch nicht erreicht hat; sie sind ohne Ausnahme noch kalihaltig.

Unter den in der Natur vorkommenden Thonarten haben

---

*) Der zersetzte Feldspath, Porzellanthon von Morl bei Halle:

Kieselerde	71,42
Thonerde	26,07
Eisenoxyd	1,93
Kalk	0,13
Kali	0,45

**) St. Yvreux, Limoge: Meißen:

	St. Yvreux, Limoge	Meißen
Kieselerde	46,8	52,8
Thonerde	37,3	31,2
Kali	2,5	2,2

Schneeberg:

Kieselerde	43,6
Thon	37,7
Eisenoxyd	1,5
Kali und Wasser	12,5

diejenigen den Namen Porzellanerde erhalten, welche feuerfest, d. h. in dem stärksten Feuer unserer Oefen unschmelzbar sind.

Diese Schwerschmelzbarkeit ist abhängig von den in den Thonarten enthaltenen alkalischen Basen, Kali, Natron Kalk, Bittererde und Eisenoxydul. Vergleichen wir die meisten Thonarten mit den Porzellanerden, so ergiebt sich, daß das Vorkommen der feuerfesten (der alkaliarmen) verhältnißmäßig selten ist; die in den verbreitetsten Gebirgsarten, in den Ackererden mit den Braunkohlen, Steinkohlen vorkommenden Thonarten sintern in der Hitze zusammen und verglasen in starkem Feuer; der gewöhnliche Lehm schmilzt zu einer Schlacke zusammen. Diese Schmelzbarkeit steht bei denen, in welchen das Eisenoxyd oder Oxydul als Bestandtheil fehlt, in geradem Verhältnisse zu der Menge der darin enthaltenen alkalischen Basen.

Der aus den Kalifeldspathen entstandene Thon ist frei von Kalk; aus dem Labrador (dem Hauptgemengtheile des Basaltes und der Lava) entsteht ein kalk- und natronhaltiger Thon.

Die an Thon reichen Kalksteine enthalten verhältnißmäßig das meiste Alkali, der Mergel, die Cementsteine gehören zu dieser Klasse von Mineralien. Sie zeichnen sich vor allen anderen Kalksteinen durch die merkwürdige Fähigkeit aus, nach mäßigem Brennen, wenn sie mit Wasser in Berührung gebracht werden, zu steinartigen Massen zu erhärten. Bei dem Brennen des Mergels (oder vieler natürlichen Cementsteine) wirken die Bestandtheile des Thons und Kalks chemisch auf einander, es entsteht eine dem wasserfreien Apophyllit *) ähnlich zusammengesetzte Verbindung von kieselsaurem Kali und kiesel-

---

*) Formel des Apophyllits: $KO, 2\,SiO_{} + 8\,CaO, SiO_3 + 16\,aq.$

saurem Kalk, welche beim Zusammenbringen mit Wasser, gleich dem gebrannten Gypse, eine gewisse Menge davon in chemische Verbindung aufnimmt und damit krystallisirt *).

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich auf eine klare unzweideutige Weise der Ursprung der Ackererde: sie ist aus den an Alkalien und alkalischen Erden reichen Gebirgsarten durch die Wirkung chemischer und mechanischer Thätigkeiten entstanden, die ihren festen Zusammenhang nach und nach aufhoben.

Es bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung, daß alle Thonarten für sich oder gemengt mit anderen Mineralien, der Thon der Ackererde, unausgesetzt die nämliche fortschreitende Veränderung erleiden, welche darin besteht, daß durch den Einfluß des Wassers und der Kohlensäure die darin enthaltenen Alkalien und alkalischen Basen löslichen Zustand annehmen; es entstehen kieselsaure, oder wenn diese durch die Einwirkung der Kohlensäure zerlegt werden, kohlensaure Alkalien und Kieselerdehydrat, letzteres in dem eigenthümlichen Zustande, wo es löslich im Wasser und aufnehmbar durch die Wurzeln der Pflanzen wird.

Der Einfluß der Luft, der Kohlensäure und Feuchtigkeit auf die Bestandtheile der Gebirgsarten läßt sich in den seit Jahrtausenden unbewohnten Gegenden Südamerika's am leichtesten beobachten, wo Jäger und Hirten die Entdecker reicher Silberminen sind. Durch die Verwitterung werden die Bestandtheile des silberführenden Gesteins nach und nach aufge-

*) Wenn wir ein Stück Kreide mit einer Auflösung von Wasserglas (S. 117) befeuchten, so geht dieses an der Oberfläche eine Verbindung damit ein, welche hart und steinartig ist. An die Stelle des Kalis im kieselsauren Kali tritt der Kalk der Kreide, eine gewisse Menge Kali wird dadurch in der Form von kohlensaurem Kali in Freiheit gesetzt (Kuhlmann)

löst und durch Regen und Wind hinweggeführt, die edlen Metalle widerstehen dieser Zerstörung und bleiben auf der Oberfläche zurück. Es ist eine ganz bestimmte Thatsache, daß die metallischen Silberadern über der Oberfläche des Felsens in scharfen Zacken und Kanten hervorragen *).

Das Verhalten der Ackererde zu den Aschenbestandtheilen der Gewächse.

Es giebt in der Chemie keine wunderbarere Erscheinung, keine welche alle menschliche Weisheit so sehr verstummen macht, wie die, welche das Verhalten eines für den Pflanzenwuchs geeigneten Acker- oder Gartenbodens darbietet.

Durch die einfachsten Versuche kann sich jeder überzeugen, daß beim Durchfiltriren von Regenwasser durch Ackererde oder Gartenerde dieses Wasser keine Spur von Kali, von Kieselsäure, von Ammoniak, von Phosphorsäure auflöst, daß die Erde von allen den Pflanzennahrungsstoffen, die sie enthält, kein Theilchen an das Wasser abgiebt, daß das Wasser nichts davon hinwegnimmt. Der anhaltendste Regen vermag

*) Die Bergwerke zu Chanuncillo, aus denen Silber von vielen hunderttausend Pfund Sterling an Werth in wenigen Jahren gewonnen wurden, entdeckte ein Mann, der einen Stein nach einem Maulthiere warf und ihn schwerer fand als einen gewöhnlichen Stein; er bestand aus gediegenem Silber und war ein Stück einer hoch über den Felsen hervorragenden Ader von Silber (Darvin, S. 387).

dem Felde, außer durch mechanisches Hinwegschwemmen, keine von den Hauptbedingungen seiner Fruchtbarkeit zu entziehen.

Die Ackerkrume hält aber nicht nur fest was von Pflanzennahrungsstoffen einmal in ihr ist, sondern ihr Vermögen den Pflanzen zu erhalten was diese bedürfen, reicht noch viel weiter. Wenn Regen oder ein anderes Wasser, welches Ammoniak, Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure in aufgelöstem Zustand enthält, mit Ackererde zusammengebracht wird, so verschwinden diese Stoffe beinahe augenblicklich aus der Lösung; die Ackererde entzieht sie dem Wasser. Und nur solche Stoffe werden dem Wasser von der Ackererde vollständig entzogen, welche unentbehrliche Nahrungsmittel für die Pflanzen sind, die anderen bleiben ganz oder zum größten Theil gelöst.

Füllt man einen Trichter mit Ackererde, und gießt auf diese Erde eine Auflösung von kieselsaurem Kali (Kaliwasserglas), so läßt sich in dem abfließenden Wasser keine Spur von Kali und nur unter gewissen Umständen Kieselsäure entdecken.

Löst man frisch gefällten phosphorsauren Kalk oder phosphorsaure Bittererde in Wasser, welches mit Kohlensäure gesättigt ist, und läßt diese Lösungen in gleicher Weise durch Ackererde durchfiltriren, so enthält das abfließende Wasser keine Spur von Phosphorsäure. Eine Auflösung von phosphorsaurem Kalk in verdünnter Schwefelsäure oder in phosphorsaurem Bittererde-Ammoniak in kohlensaurem Wasser verhält sich auf gleiche Weise. Die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalks, die Phosphorsäure und das Ammoniak des Bittererdesalzes bleiben in der Erde zurück.

Die Kohle verhält sich gegen manche lösliche Salze ähn-

lich; sie nimmt Farbstoffe und Salze aus Flüssigkeiten in sich auf, es liegt nahe, den Grund der Wirkung beider in einerlei Ursache zu suchen; bei der Kohle ist es eine chemische Anziehung, die von der Oberfläche ausgeht, aber bei der Ackererde nehmen ihre Bestandtheile an ihrer Wirkung Theil, und sie ist deshalb in vielen Fällen eine ganz andere.

Kali und Natron stehen sich bekanntlich in ihrem chemischen Verhalten ganz außerordentlich nahe, und auch ihre Salze haben viele Eigenschaften miteinander gemein. Chlorkalium z. B. hat dieselbe Krystallgestalt wie Kochsalz, in Geschmack und Löslichkeit sind sie wenig verschieden. Ein Ungeübter unterscheidet beide kaum, aber die Ackerkrume unterscheidet sie vollkommen.

Wenn man Kochsalz durch Ackererde filtriren läßt, so läuft ebenso viel Chlornatrium ab, als man aufgegossen hat, aber eine Chlorkaliumlösung wird zersetzt, das Kalium bleibt in der Erde, das Chlor fließt als Chlorcalcium hindurch. Bei dem Kalium fand mithin ein Austausch statt, bei dem Natrium nicht. Das Kali ist ein Bestandtheil aller unserer Landpflanzen, das Natron findet sich nur ausnahmsweise in den Aschen. Bei schwefelsaurem und salpetersaurem Natron werden von dem Natron nur Spuren zurückgehalten, bei schwefelsaurem und salpetersaurem Kali bleibt alles Kali in der Erde zurück. Besonders zu diesem Zweck angestellte Versuche haben gezeigt, daß 1 Litre = 1000 Cub.-Cent. Gartenerde (reich an Kalk) das Kali aus 2025 Cub.-Cent. kieselsaurer Kalilösung aufnehmen, welche auf 1000 Cub.-Cent. 2,78 Gramm Kieselsäure und 1,166 Gramm Kali enthielt, und es berechnet sich hieraus, daß 1 Hectare Feld von derselben Beschaffenheit auf $^1/_4$ Meter (= 10 Zoll) Tiefe einer gleichen Lösung über 10,000 Pfd. Kali entziehen und für den Bedarf der Pflanzen festhalten

würde. Ein in gleicher Weise angestellter Versuch mit einer Auflösung von phosphorsaurem Bittererde-Ammoniak in kohlensaurem Wasser zeigte, daß eine Hectare Feld 5000 Pfd. von diesem Salz einer solchen Lösung entziehen würde. Ein Lehmboden (arm an Kalk) verhielt sich auf gleiche Weise.

Dies giebt einen Begriff von der mächtigen Wirkung der Ackererde, von der Stärke ihrer Anziehung gegen drei Hauptnahrungsstoffe unserer Culturpflanzen, die für sich bei seiner großen Löslichkeit in reinem und kohlensaurem Wasser, besäße die Ackererde diese Eigenschaft nicht, im Boden nicht erhalten werden könnten *).

Aus gefaultem Harn, Mistjauche mit vielem Wasser verdünnt, oder Gülle, oder aus einer Auflösung von Guano in Wasser nimmt Ackererde alles darin enthaltene Ammoniak, alles Kali und alle Phosphorsäure auf, und wenn die Menge der Erde genügte, so enthält das abfließende Wasser keine Spuren mehr davon.

---

*) Diese Versuche sind so einfach und leicht auszuführen, daß sie sich zu Collegienversuchen eignen. Zu beachten dabei ist, daß sich beim Durchfiltriren leicht Canäle bilden, durch welche die vollständige Berührung der Flüssigkeit mit der Erde verhindert wird; es ist deshalb nöthig, sehr verdünnte Auflösungen zu nehmen, von dem kieselsauren Kali, Chlorkalium 2c. 1 Theil Substanz auf 500 Wasser. Die anderen, wie phosphorsaurer Kalk in kohlensaurem Wasser, können in gesättigter Lösung verwendet werden. Meistens zeigt in dem ersten Filtrat bei letzteren Salzen die Molybdänsäureprobe schon keine Phosphorsäure mehr an; beim einfachen Mischen von einer Bodenart, mit einer auf Kurkuma deutlich alkalisch reagirenden Lösung von kieselsaurem Kali, verliert dieselbe augenblicklich diese Reaction. Was die Thatsachen selbst betrifft, so wurde das Absorptionsvermögen der Ackererde für Ammoniak von Thomson, das für einige Kalisalze von Way bereits beobachtet; die anderen Thatsachen sind Resultate einer vor wenigen Wochen erst beendigten Untersuchung

Die Eigenschaft der Ackerkrume, Ammoniak, Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure ihren Auflösungen zu entziehen, ist begränzt; jede Bodenart besitzt dafür eine eigene Capacität; bringt man diese Lösungen damit in Berührung, so sättigt sich die Erde mit dem gelösten Stoff, ein Ueberschuß desselben bleibt alsdann in Lösung, und kann mit den gewöhnlichen Reagentien nachgewiesen werden. Der Sandboden absorbirt bei gleichem Volum weniger als der Mergelboden, dieser weniger als Thonboden. Die Abweichungen in der absorbirten Menge sind aber ebenso groß wie die Verschiedenheiten der Bodensorten selbst. Man weiß, daß keiner dem anderen gleich ist; es ist nicht unwahrscheiulich, daß gewisse Eigenthümlichkeiten in der landwirthschaftlichen Cultur mit dem ungleichen Absorptionsvermögen der verschiedenen Bodenarten für einen der genannten Stoffe in einer bestimmten Beziehung stehen, und es ist nicht unmöglich, daß wir durch die nähere Ermittelung derselben ganz neue und unerwartete Anhaltspunkte zur Beurtheilung des landwirthschaftlichen Werthes oder der Güte der Felder gewinnen.

Bemerkenswerth ist die Wirkung einer Erde auf diese Lösungen, welche reich an organischen Materien ist. Ein an organischen Materien armer Thon- oder Kalkboden entzieht der Lösung von kieselsaurem Kali alles Kali und alle Kieselsäure, der an organischen Materien, an sogenanntem Humus reiche, entzieht das Kali, aber die *Kieselsäure bleibt in der Flüssigkeit gelöst zurück*. Dieses Verhalten erinnert unwillkürlich an die Wirkung, welche verwesende Pflanzenüberreste im Boden auf die Entwickelung der Pflanzen ausüben, die große Mengen von Kieselsäure bedürfen, wie die Halmgewächse, Schilf und Schachtelhalm, welche letzteren in sogenanntem sauren Moor- und Wiesenboden vorherrschen; wird dieser Boden

gekalkt, so verschwinden bekanntlich diese Pflanzen und machen den besseren Futtergewächsen Platz.

Der Versuch zeigt, daß die nämliche an humosen Stoffen reiche Garten- und Walderde, welche der Lösung des kieselsauren Kalis keine Kieselsäure entzogen hat, diese Eigenschaft augenblicklich gewinnt, wenn man sie vor dem Zusammenbringen mit dem Silicat mit etwas gelöschtem Kalk mischt; es bleiben alsdann beide Bestandtheile, Kieselsäure und Kali in der Erde zurück.

Wenn aber die Ackererde das Ammoniak, das Kali, die Phosphorsäure, die Kieselsäure ihren Lösungen in Wasser entzieht, so ist es unmöglich, daß das Regenwasser, welches auf die Erde fällt, der Ackererde diese Stoffe entziehen kann. Der Boden enthält diese Stoffe in unlöslichem, aber in einem für die Aufnahme durch die Wurzeln geeigneten Zustand; die Wurzelfasern greifen den Stein direct an, durch sie empfangen die in der Ackerkrume vorhandenen Nahrungsstoffe die ihnen fehlende Löslichkeit und Uebergangsfähigkeit in die Pflanze.

In diesen Thatsachen erkennen wir eines der merkwürdigsten Naturgesetze. An der äußersten Erdkruste soll sich das organische Leben entwickeln, und die weiseste Einrichtung giebt ihren Trümmern das Vermögen, alle diejenigen Nahrungsstoffe aufzusammeln und festzuhalten, welche Bedingungen desselben sind. Dieses Vermögen bewahrt auch in den scheinbar ungünstigsten Verhältnissen dem fruchtbaren Boden die darin enthaltenen oder gegebenen Bedingungen seiner Fruchtbarkeit. In der Umgebung von München z. B. haben Tausende von Tagwerken eine nur 6 Zoll hohe Ackerkrume auf einem Untergrund von Rollsteinen, der das Wasser gleich einem Siebe

durchläßt. Wären seine oder die Bestandtheile des Düngers, die ihm gegeben worden, löslich in Regenwasser, so würde längst keine Spur mehr darin zu finden sein; ohne dies Vermögen würden dessen Bestandtheile für sich unfähig sein, der auflösenden Kraft der Atmosphäre und des Regens zu widerstehen.

Empfingen die Pflanzen ihre Nahrung aus einer Lösung, so würden sie in Folge der Verdunstung durch die Blätter aufnehmen müssen, nicht was sie bedürfen, sondern was die Lösung enthält und ihnen zuführt; ihre Ernährung wäre gänzlich abhängig von äußeren Ursachen. Es ist jetzt mehr als wahrscheinlich, das die große Mehrzahl der Culturpflanzen darauf angewiesen ist, ihre Nahrung direct von den Theilen der Ackerkrume zu empfangen, welche mit den aussaugenden Wurzeln sich in Berührung befinden, und daß sie absterben, wenn ihnen die Nahrung in einer Lösung zugeführt wird. Die Wirkung concentrirter Dungmittel, durch welche, wie der Landwirth sagt, die Saat verbrennt, scheint damit in Beziehung zu stehen.

Aus dem Verhalten der Ackerkrume geht hervor, daß die Pflanze in der Aufnahme ihrer Nahrung selbst eine Rolle spielen muß; die Verdunstung durch die Blätter wirkt unzweifelhaft mit, aber in dem Boden besteht eine Polizei, welche die Pflanze vor einer schädlichen Zufuhr schützt. Was der Boden darbietet, kann nur dann in die Pflanze übergehen, wenn eine innere, in der Wurzel thätige Ursache mitwirkt, an das Wasser allein giebt der Boden nichts ab; welches diese Ursache und die Art ihrer Wirkung ist, muß noch näher ermittelt werden; hierüber angestellte Versuche zeigen, daß Gemüsepflanzen, mit ihren Wurzeln so viel als möglich ohne Beschädigung derselben aus dem Boden genommen, welche

man in neutraler blauer Lackmustinctur vegetiren läßt, diese Flüssigkeit roth färben; die Wurzeln scheiden hiernach eine Säure aus; beim Kochen wird die geröthete Tinctur wieder blau, diese Säure ist demnach Kohlensäure.

Die Cultur.

In dem Vorhergehenden sind die Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien betrachtet worden. Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelsäure und Wasser liefern die Elemente aller Organe: Salze, Metalloxyde, gewisse anorganische Materien dienen zu besonderen Verrichtungen in dem Organismus der Pflanze, manche davon müssen als Bestandtheile einzelner Pflanzentheile angesehen werden.

Die atmosphärische Luft und der Boden bietet den Blättern und Wurzeln einerlei Nahrung dar.

Die erstere enthält eine verhältnißmäßig unerschöpfliche Menge Kohlensäure und Ammoniak, in dem Boden haben wir in dem Humus eine sich stets erneuernde Quelle von Kohlensäure; den Winter hindurch häuft sich in dem Regen- und Schneewasser, womit er durchdrungen wird, eine für die Entwickelung der Blüthen und Blätter ausreichende Menge Ammoniak an.

Die völlige, ja man kann sagen, die absolute Unlöslichkeit in kaltem Wasser der in Verwesung begriffenen Pflanzen-

theile erscheint bei näherer Betrachtung als eine nicht minder weise Natureinrichtung.

Wenn der Humus auch noch einen geringern Grad von Löslichkeit besäße, als man der sogenannten Humussäure zuschreibt, so würde er der auflösenden Kraft des Regenwassers nicht widerstehen können. Bei mehrwöchentlichem Wässern der Wiesen müßte ein großer Theil davon aus dem Boden entführt werden, heftige und anhaltende Regen müßten den Boden daran ärmer machen. Er löst sich aber nur auf, insofern er sich mit dem Sauerstoffe verbindet; nur in der Form von Kohlensäure wird er vom Wasser aufgenommen.

Bei Abwesenheit aller Feuchtigkeit erhält sich der Humus Jahrhunderte lang; mit Wasser benetzt, verwandelt er den umgebenden Sauerstoff in Kohlensäure; von diesem Augenblicke an verändert er sich ebenfalls nicht mehr, denn die Wirkung der Luft hört auf, sobald sie ihres Sauerstoffs beraubt ist. Nur wenn Pflanzen in diesem Boden wachsen, deren Wurzeln die gebildete Kohlensäure hinwegnehmen, schreitet die Verwesung fort, aber durch lebende Pflanzen empfängt der Boden wieder, was er verloren hat, er wird nicht ärmer an Humus.

Die Tropfsteinhöhlen in Franken, in der Umgebung von Baireuth, Streitberg sind mit fruchtbarer Ackererde bedeckt; der Boden über diesen Höhlen ist mit verwesenden Vegetabilien, mit Humus angefüllt, der bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft unausgesetzt Kohlensäure entwickelt, die sich im Regenwasser löst.

Das mit Kohlensäure angeschwängerte Regenwasser sickert durch den porösen Kalkstein hindurch, der die Seitenwände und Decke der Höhlen bildet, und löst bei diesem Durchgange

eine der Kohlensäure entsprechende Menge von kohlensaurem Kalk auf.

In dem Innern der Höhle angekommen, dunstet von dieser Auflösung das Wasser und die überschüssige Kohlensäure ab, und der Kalkstein, indem er sich abscheidet, überzieht Wände und Decke mit Krystallkrusten von den mannigfaltigsten Formen.

An wenigen Orten der Erde vereinigen sich aber in gleichem Grade, wie an diesen, alle Bedingungen zur Erzeugung von humussaurem Kalk, wenn der Humus in dem Boden in der That in der Form von Humussäure vorhanden wäre.

Verwesende Vegetabilien, Wasser und Kalk in Auflösung sind vorhanden, allein die gebildeten Stalaktiten enthalten keine Humussäure, sie sind glänzend weiß, oder gelblich, zum Theil durchsichtig wie Kalkspath und lassen sich zum Glühen erhitzen ohne Schwärzung.

In den alten Burgen in der Nähe des Rheins, der Bergstraße und der Wetterau bieten unterirdische Gewölbe aus Sandstein, Granit und Basalt aufgeführt, eine ähnliche Erscheinung wie die Kalkhöhlen dar.

Diese Gewölbe oder Keller sind bedeckt mit einer mehrere Fuß dicken Lage von Dammerde, in der sich verwesende Vegetabilien befinden. Das Regenwasser, was auf diese Gewölbe fällt, nimmt die gebildete Kohlensäure auf, sickert durch die Erde hindurch, löst durch seinen Kohlensäuregehalt den Kalkmörtel auf; diese Auflösung verdunstet auf der Innenseite der Gewölbe wieder und überzieht sie mit kleinen und dünnen h u m u s s ä u r e freien Stalaktiten.

Es sind dies aber durch die Natur gebaute Filtrirapparate, in denen wir das Resultat eines Jahrhunderte oder Jahrtausende fortgesetzten Versuches vor Augen haben.

Wenn das Wasser die Fähigkeit besäße, auch nur ein Hunderttausendtheil seines Gewichts an Humussäure oder humussaurem Kalk aufzulösen, so würden wir beim Vorhandensein von Humussäure die Decke dieser Gewölbe und Höhlen damit überzogen finden, allein man ist nicht im Stande, auch nur die kleinste Spur davon wahrzunehmen. Wenn man zuletzt erwägt, daß die Humussäure oder ihre Salze sich mit brauner Farbe in Wasser lösen, daß das Quell- und Brunnen-Wasser völlig klar und farblos ist und beim Verdampfen nur Salze, die durch Mineralsäuren gebildet sind, aber keine Humussäure hinterläßt, so kann man an der Abwesenheit der letzteren in der Acker- und Gartenerde nicht zweifeln. Das Wasser unserer Quellen und Brunnen ist Regenwasser, was durch den Boden sickernd seine ganze auflösende Kraft für die humussauren Salze äußern müßte. Wäre humussaures Kali in dem Boden vorhanden, so müßte alles Quell- und Brunnen-Wasser, in einer gewissen Tiefe gesammelt, bestimmbare Mengen davon enthalten; allein selbst in dem kohlensaure Alkalien enthaltenden Selterser und Fachinger Mineralwasser, die aus dem Boden einer sumpfigen Wiese hervorquellen, der reich an vegetabilischen Stoffen ist, läßt sich keine Spur Humussäure nachweisen. Es giebt kaum schärfere und überwiegendere Beweise für die Abwesenheit der Humussäure der Chemiker in der Ackererde und Dammerde.

Die gewöhnliche Vorstellung, welche man sich über die Wirkungsweise der Humussäure geschaffen hatte, gab Veranlassung zu einer durchaus unerklärbaren Erscheinung.

Eine sehr kleine Quantität davon, im Wasser gelöst, färbt dasselbe gelb oder braun. Man sollte nun denken, daß ein Boden um so fruchtbarer sein müsse, je mehr Fähigkeit er be-

sitzt, Wasser braun zu färben, d. h. Humussäure an dasselbe abzugeben.

Sonderbarerweise gedeiht aber in einem solchen Boden keine Culturpflanze, und aller Dünger muß, wenn er einen wohlthätigen Einfluß auf die Vegetation äußern soll, diese Eigenschaft verloren haben. Das Wasser auf unfruchtbarem Torfboden, auf sumpfigen Wiesen, auf denen nur wenige Vegetabilien gedeihen, ist reich an dieser Humussäure, und alle Landwirthe und Gärtner kommen darin überein, daß sie nur den sogenannten humificirten Dünger nützlich und gedeihlich für die Culturpflanzen halten. Dies ist nun gerade derjenige, der die Eigenschaft, das Wasser zu färben, gänzlich verloren hat.

Diese im Wasser mit brauner Farbe lösliche Materie ist ein Product der Fäulniß aller Thier- und Pflanzenstoffe; ihr Vorhandensein ist ein Zeichen, daß es an Sauerstoff fehlt, um die Verwesung zu beginnen oder zu vollenden. An der Luft entfärben sich diese braunen Auflösungen, unter Aufnahme von Sauerstoff schlägt sich ein schwarzer, kohlenähnlicher Körper, die sogenannte Humuskohle, nieder.

Denken wir uns einen Boden, durchdrungen von dieser Substanz, so muß er auf die Wurzeln einer Pflanze gerade so wirken, als wenn er gänzlich alles Sauerstoffs unaufhörlich beraubt würde; eine Pflanze wird eben so wenig darin wachsen können, als in einer Erde, die man mit Eisenoxydulhydrat mischt.

In einem Boden, in einem Wasser, welches keinen Sauerstoff enthält, sterben alle Pflanzen; Mangel an Luft wirkt ganz ähnlich wie ein Uebermaaß an Kohlensäure.

Auf sumpfigem Boden schließt das Wasser, was nicht wechselt, die Luft aus; eine Erneuerung des Wassers wirkt

ähnlich wie ein Hinzuführen von Luft, denn das Wasser enthält Luft in Auflösung; geben wir dem Wasser in dem Sumpfe Abzug, so gestatten wir der Luft freien Zutritt, der Sumpf verwandelt sich in die fruchtbarste Wiese.

Ueberreste von Vegetabilien und Thieren, die sich in einem Boden befinden, in den die Luft keinen oder nur geringen Zutritt hat, gehen nicht in Verwesung über, eben weil es an Sauerstoff fehlt; sie gehen in Fäulniß über, zu deren Einleitung Luft genug sich vorfindet.

Die Fäulniß kennen wir nun als einen der mächtigsten Desoxydationsprocesse, dessen Einfluß sich auf alles in der Nähe Befindliche, auf Wurzelfasern und die Pflanzen selbst erstreckt. Alle Materien, denen Sauerstoff entzogen werden kann, geben Sauerstoff an den faulenden Körper ab; gelbes Eisenoxyd geht in schwarzes Eisenoxyduloxyd, schwefelsaures Eisenoxyd in Schwefeleisen rc. über.

Die öftere Lufterneuerung, die gehörige Bearbeitung des Bodens, namentlich die Berührung mit alkalischen Metalloxyden, mit Braunkohlenasche, gebranntem oder kohlensaurem Kalk, ändert die vorgehende Fäulniß in einen reinen Oxydationsproceß um; von dem Augenblicke an, wo alle vorhandenen organischen Materien in den Zustand der Verwesung übergehen, erhöht sich die Fruchtbarkeit des Bodens. Der Sauerstoff wird nicht mehr zur Verwandlung der braunen löslichen Materie in unlösliche Humuskohle verwandt, sondern er dient zur Bildung von Kohlensäure.

Diese Veränderung geht äußerst langsam von Statten, nur in seltenen Fällen findet sich dadurch der Sauerstoff völlig abgeschlossen. Unter allen Umständen aber, wo es geschieht, verliert der Boden seine Fruchtbarkeit.

In der Nähe von Salzhausen auf den sogenannten Grün-

schwalheimer Wiesen bemerkt man stellenweise unfruchtbare Flecken, die mit einem gelblichen Grase bedeckt sind. Wird in einen derselben ein Loch von 20 bis 25 Fuß Tiefe gebohrt, so entwickelt sich daraus ein Strom kohlensaures Gas mit einer so großen Heftigkeit, daß man das Geräusch beim Ausströmen mehrere Schritte davon entfernt deutlich hört. Das von unten in die Höhe steigende kohlensaure Gas verdrängt aus dem Boden alle Luft und mit derselben allen Sauerstoff; aber ohne Sauerstoff kann sich kein Samen, keine Wurzelfaser entwickeln; in Stickgas, in kohlensaurem Gas allein, vegetirt keine Pflanze.

Insofern der Humus den Boden an Kohlensäure bereichert, insofern die Nahrung, welche er liefert, dazu beiträgt, die Anzahl der Organe der atmosphärischen Ernährung zu vervielfältigen, erhöht sein Vorhandensein die Fruchtbarkeit des Bodens. Dies ist die Wirkung des Humus als Quelle des Kohlenstoffs der Pflanzen, allein in der Dammerde ist er begleitet von anderen Bestandtheilen, welche der Pflanze nicht minder nützlich sind. Die Dammerde enthält als nie fehlenden Bestandtheil kohlensaures Ammoniak, sie enthält alle Salze und Alkalien der Pflanze, durch deren Fäulniß und Verwesung sie entstanden ist *).

Für manche Pflanzengattungen, namentlich für diejenigen, welche ihre erste Nahrung von der Substanz der Samen selbst empfangen, Wurzeln und Zwiebelgewächse, ist der Humus völlig entbehrlich; seine Gegenwart ist nützlich, insofern ihre

*) Die aus dem Innern eines hohlen Eichstammes genommene Dammerde giebt beim Einäschern $^{41}/_{1000}$ Rückstand, der 24 Proc. lösliche Salze mit alkalischer Basis, 10,5 Proc. phosphorsaure Erden und 10 Proc. kohlensaure Erden enthält. Der wässerige Extract derselben gab 66 Proc. lösliche Salze (de Saussure). Der mit heißem Wasser erhaltene Auszug der Dammerde, die durch Verwesung

Entwickelung beschleunigt und gesteigert wird, sie ist aber nicht nothwendig; in einer gewissen Beziehung ist ein Uebermaß in dem Anfange der Entwickelung einer Pflanze schädlich.

Die Nahrung, welche die junge Pflanze aus der Luft in der Form von Kohlensäure und Ammoniak aufnehmen kann, ist in gewisse Grenzen eingeschlossen, sie kann nicht mehr assimiliren, als die Luft enthält.

Wenn nun im Anfange ihrer Entwickelung die Anzahl der Triebe, Halme, Zweige und Blätter durch ein Uebermaß von Nahrungsstoff aus dem Boden diese Grenze überschritten hat, wo sie also zur Vollendung ihrer Entwickelung, zur Blüthe und Frucht, mehr Nahrungsstoff in einer gegebenen Zeit aus der Luft bedarf, als diese bieten kann, so wird sie nicht zur Blüthe, zur Fruchtbildung gelangen. In vielen Fällen reicht diese Nahrung nur hin, um die Blätter, Halme und Zweige völlig auszubilden.

Es tritt alsdann der nämliche Fall ein, wie bei den Zierpflanzen, wenn man beim Versetzen in größere Töpfe den Wurzeln gestattet, sich zu vergrößern und zu vervielfältigen. Die vorhandene und begrenzte Menge der Nahrung wird zur Vermehrung der Wurzeln und Blätter verwendet; sie treiben, wie man sagt, in's Kraut und kommen nicht zur Blüthe.

Bei dem Zwergobste nehmen wir gerade umgekehrt den

---

des Rhododendron ferrugineum entstanden war, giebt von 1000 Theilen 140 Theile Asche, welche enthielt (de Saussure):

Kohlensaures Kali . . .	14
Chlorkalium	23
Schwefelsaures Kali . . .	16
Phosphorsaure Erden . .	17,25
Kohlensaure Erden . . .	21,50
Kieselerde	3,25
Metalloxyde und Verlust .	5,00

Bäumen einen Theil ihrer Zweige und damit ihrer Blätter; wir hindern die Entwickelung neuer Zweige, es wird für die übrigbleibenden künstlich ein Ueberschuß von Nahrung geschaffen, die dann zur Vermehrung der Blüthe und Vergrößerung der Frucht von der Pflanze verwendet wird. Das Beschneiden des Weinstocks hat einen ganz ähnlichen Zweck.

Bei allen perennirenden Gewächsen, bei den Sträuchern, Frucht- und Waldbäumen geht nach der völligen Ausbildung der Frucht ein neuer eigenthümlicher Vegetationsproceß an; während bei den einjährigen Pflanzen, von dieser Periode an, die Blätter ihre Farbe wechseln und gelb werden, bleiben die Blätter der Bäume und Sträucher bis zum Anfange des Winters in Thätigkeit. Das Holz wird fester und härter, und vom August an erzeugt sich kein Holz mehr; alle Kohlensäure, die sie aufnehmen und assimiliren, wird zur Erzeugung von Nahrungsstoffen für das künftige Jahr verwendet; anstatt Holzfaser wird jetzt Amylon gebildet und durch den Augustsaft (Seve d'Aout) in allen Theilen der Pflanze verbreitet (Hartig, in Erdmann und Schweigger-Seidel's Journal V. 217. 1835). Man kann durch gute Mikroskope die abgelagerte Stärke, nach den Beobachtungen des Herrn Forstmeisters Heyer, in ihrer bekannten Form in dem Holzkörper sehr leicht erkennen. Die Rinde mancher Espen und Fichten*) ist nach seiner Beobachtung so reich daran, daß sie durch Zerreiben und Waschen mit Wasser, wie Kartoffelstärke, daraus gewonnen werden kann (?); sie findet sich ferner in den Wurzeln und Wurzelstöcken perennirender Pflanzen.

Sehr früher Winter oder rascher Temperaturwechsel hin-

*) Aus Fichtenrinde wird zu Zeiten der Noth in Schweden bekanntlich Brot gebacken.

dern die Erzeugung dieser Vorräthe von Nahrung für das künftige Jahr, das Holz wird, wie beim Weinstocke z. B., nicht reif, seine Entwickelung ist das folgende Jahr in engere Grenzen eingeschlossen.

Aus diesem Amylon entsteht im nächsten Frühjahre der Zucker und das Gummi, und aus diesem wieder die stickstofffreien Bestandtheile der Blätter und jungen Triebe. Mit der Entwickelung der jungen Kartoffelpflanze, mit der Bildung der Keime nimmt der Amylongehalt der Wurzel ab; der Ahornsaft hört auf, süß zu sein, sein Zuckergehalt verliert sich mit der Ausbildung der Knospen, der Blüthe und der Blätter.

Ein Weidenzweig, der durch seinen ganzen Holzkörper eine große Menge Amylonkörnchen in sich schließt, treibt in reinem destillirten oder Regenwasser Wurzeln oder Blätter, aber in dem Grade, als sie sich vergrößern, nimmt der Amylongehalt ab; es ist evident, das Amylon ist zur Ausbildung der Wurzeln und Blätter verzehrt worden.

Bei dem Blühen des Zuckerrohrs verschwindet ebenfalls ein Theil des gebildeten Zuckers; und bei den Runkelrüben hat man die bestimmte Erfahrung gemacht, daß er sich in der Wurzel erst mit Vollendung der Blattbildung anhäuft.

Diese so wohlbegründeten Beobachtungen entfernen jeden Zweifel über den Antheil, den Zucker, Stärke und Gummi an dem Entwickelungsprocesse der Pflanzen nehmen; es hört auf, räthselhaft zu sein, woher es kommt, daß diese drei Materien, der entwickelten Pflanze zugeführt, keinen Antheil an ihrem Wachsthume, an ihrem Ernährungsprocesse nehmen.

Man hat — aber gewiß mit Unrecht — die gegen den Herbst hin sich in den Pflanzen anhäufenden Vorräthe von Stärke mit dem Fette der dem Winterschlafe unterworfenen

Thiere verglichen; allein bei diesen sind alle Lebensfunctionen bis auf den Respirationsproceß in einem Zustande der Ruhe; sie bedürfen, wie eine sehr langsam brennende Oellampe, nur einer kohlen- und wasserstoffreichen Materie, um den Verbrennungsproceß in der Lunge zu unterhalten. Mit dem Erwachen aus dem Winterschlafe ist alles Fett verschwunden, es hat nicht zur Ernährung gedient, kein Theil ihres Körpers hat durch das Fett an Masse zugenommen, die Qualität von keinem davon hat eine bemerkbare Veränderung erlitten. Das Fett hatte mit der eigentlichen Ernährung nicht das Geringste zu thun.

Die einjährige Pflanze erzeugt und sammelt die Nahrung der künftigen auf gleiche Weise wie die perennirende; sie speichert sie im Samen in der Form von vegetabilischem Eiweiß, von Stärkemehl und Gummi auf, sie wird beim Keimen zur Ausbildung der ersten Wurzelfasern und Blätter verwendet; mit dem Vorhandensein dieser Organe fängt die Zunahme an Masse, die eigentliche Ernährung erst an.

Jeder Keim, jede Knospe einer perennirenden Pflanze ist der aufgepfropfte Embryo eines neuen Individuums, die im Stamme, in der Wurzel aufgespeicherte Nahrung; sie entspricht dem Albumin und dem Amylon des Samens.

Nahrungsstoffe in ihrer eigentlichen Bedeutung sind offenbar nur solche Materien, welche, von außen zugeführt, das Leben und alle Lebensfunctionen eines Organismus zu erhalten vermögen, insofern sie von den Organen zur Hervorbringung der ihnen eigenthümlichen Bestandtheile verwendet werden können.

Bei den Thieren entspringt aus dem Blute die Substanz ihrer Muskeln und Nerven; es unterhält durch einen seiner Bestandtheile den Athmungsproceß, durch andere wieder besondere Lebensprocesse, ein jeder Theil des Körpers empfängt

Nahrung durch das Blut, allein die Bluterzeugung ist eine Lebensfunction für sich, ohne welche das Leben nicht gedacht werden kann; setzen wir die Organe der Bluterzeugung außer Thätigkeit, führen wir in die Adern eines Thieres Blut von außen zu, so erfolgt der Tod, wenn seine Quantität eine gewisse Grenze überschreitet.

Die kleinsten Theilchen des Zuckers folgen, sich selbst überlassen, der Anziehung einer rein chemischen Kraft, sie krystallisiren; es ist klar, daß das Amylon, die Holzsubstanz weit höher organisirte Verbindungen sind als der Zucker, denn sie besitzen eine Form, die ihnen von der Cohäsionskraft allein nicht gegeben werden konnte; wir können uns denken, daß Amylon und Holzsubstanz zuerst Gummi oder Zucker waren, daß beide aus Zucker entstanden sind, allein zur Verwandlung des Zuckers in Amylon gehören noch andere Bedingungen, sie findet nicht statt, wenn diese fehlen.

Neben der Stärke, dem Zucker und Gummi müssen in einer Pflanze aber noch andere Materien vorhanden sein, wenn sie überhaupt an der Entwickelung des Keims, der ersten Wurzelfasern und Blätter Antheil nehmen sollen.

Ein Samenkorn enthält in seiner eigenen Masse unzweifelhaft die Bestandtheile des Keims und der ersten Wurzelfasern.

Wenn wir diese Bestandtheile mit Stärke und Kleber bezeichnen, so ist es klar, daß keiner davon allein, sondern beide zugleich an der Keim- und Wurzelbildung Antheil nehmen, denn bei Gegenwart von Luft, Feuchtigkeit und einer angemessenen Temperatur erleiden sie beide eine Metamorphose.

Die Stärke verwandelt sich in Zucker, der Kleber nimmt ebenfalls eine neue Form an, beide erhalten die Fähigkeit sich zu lösen, d. h. einer jeden Bewegung zu folgen.

Beide werden zur Bildung der Wurzelfasern und ersten Blätter völlig aufgezehrt, ein Ueberschuß von dem einen würde ohne die Gegenwart einer entsprechenden Menge von dem andern zur Blattbildung, oder überhaupt nicht verwendet werden können.

Man schreibt bekanntlich die Verwandlung der Stärke in Zucker bei dem Keimen der Getreidekörner einer eigenthümlichen Materie, der Diastase, zu, die sich durch den Act der beginnenden Vegetation erzeugt; aber durch Kleber allein kann ihre Wirkungsweise, obwohl erst in längerer Zeit, ersetzt werden; jedenfalls enthält der gekeimte Samen bei weitem mehr davon, als zur Umwandlung der Stärke in Zucker nöthig war, denn man kann mit einem Theile gekeimter Gerste ein fünfmal größeres Gewicht Stärke noch in Zucker überführen.

Gewiß wird man diesen Ueberschuß von Diastase nicht für zufällig ansehen können, eben weil sie selbst neben der Stärke Antheil an der Bildung der ersten Organe nimmt, sie verschwindet mit dem Zucker.

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind die Nahrungsstoffe der Pflanzen; Stärke, Zucker oder Gummi dienen, wenn sie begleitet sind von einer stickstoffhaltigen Substanz, dem Embryo zur ersten Entfaltung seiner Ernährungsorgane.

Die Ernährung des Fötus, die Entwickelung des Eies geschieht in anderer Weise als die des Thieres, was seine Mutter verlassen hat; der Abschluß der atmosphärischen Luft, der das Leben des Fötus nicht gefährdet, würde den Tod des Thieres bewirken; so ist denn auch reines Wasser für das Gedeihen der jungen Pflanze zuträglicher als ein an Kohlensäure reiches; aber nach einem Monate ist das Verhältniß umgekehrt (Saussure).

Die Bildung des Zuckers in den Ahornarten geht nicht

in den Wurzeln, sondern in dem Holzkörper vor sich. Der Zuckergehalt des Saftes nimmt zu, wenn er bis zu einer gewissen Höhe in dem Stamme steigt; über diesen Punkt hinaus bleibt er unverändert.

Aehnlich wie in der keimenden Gerste eine Materie gebildet wird, durch deren Berührung mit Amylon das letztere seine Unauflöslichkeit verliert und in Zucker übergeht, so muß in den Wurzeln des Ahorns mit dem Beginne einer neuen Vegetation eine Substanz erzeugt werden, die, im Wasser gelös't, in ihrem Wege durch den Holzkörper die Verwandlung der dort abgelagerten Stärke, oder was es sonst noch sein mag, in Zucker bewirkt; es ist sicher, daß wenn ein Loch oberhalb der Wurzeln in den Stamm gebohrt, mit Zucker gefüllt und wieder verschlossen wird, daß derselbe in dem aufsteigenden Safte sich lösen wird; es ist ferner möglich, daß dieser Zucker auf eine ähnliche Weise wie der im Stamm gebildete verwendet werden wird; jedenfalls bleibt es gewiß, das Hinzuführen dieses Zuckers wird die Wirkung des Saftes auf das Amylon nicht hindern, und da ein größeres Verhältniß davon vorhanden ist, als das Blatt oder die Knospe bedürfen, so wird er auf der Oberfläche der Blätter oder durch die Rinde wieder abgeschieden werden. Gewisse Krankheiten von Bäumen, der sogenannte Honigthau, rühren offenbar von einem Mißverhältnisse in der Menge der zugeführten stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe her.

Bei der Betrachtung der einzelnen Organe einer Pflanze finden wir alle ihre Theile durchdrungen von einem Safte, welcher eine stickstoffhaltige Materie enthält, die Stärkekörnchen in den Getreidesamen finden sich in Zellen eingeschlossen gebildet von einer stickstoffhaltigen Substanz; überall in allen

Säften in den Früchten und Blüthen finden wir eine stickstofffreie Materie, begleitet von einer stickstoffhaltigen.

In den Blättern kann das Holz des Stammes als Holz nicht gebildet werden, sie müssen die Fähigkeit haben, eine Materie zu erzeugen, die geeignet ist, in Holz überzugehen, und diese muß in gelöstem Zustande stets begleitet sein von einer stickstoffhaltigen Verbindung; es ist höchst wahrscheinlich, daß sich Holz und Pflanzenalbumin, Amylon und Zelle gleichzeitig und zwar neben einander bilden, und in diesem Falle ist ein bestimmtes Verhältniß von beiden eine Bedingung ihrer Entstehung.

Wir finden in der Knospe, in dem jungen Blatte Salze mit alkalischen Basen, wir finden die stickstoffhaltigen Bestandtheile stets begleitet von phosphorsauren Salzen, und wir müssen annehmen, daß auch sie in den Lebensfunctionen der Pflanze eine gewisse Rolle spielen.

Wir können uns denken, daß ohne die Gegenwart gewisser Bodenbestandtheile sich in dem Organismus der Pflanze kein Stickstoff und schwefelhaltiger Bestandtheil findet, daß ohne diese und ohne die Gegenwart der alkalischen Basen keine Kohlensäure aufgenommen und zerlegt wird.

Alles Uebrige gleichgesetzt, wird hiernach nur eine dem Sickstoffgehalte entsprechende Quantität der von den Blättern erzeugten Substanzen assimilirbar sein; fehlt es an Stickstoff, so wird eine gewisse Menge stickstofffreier Substanz in irgend einer Form nicht verwendet und als Excremente der Blätter, Zweige, Rinden und Wurzeln abgeschieden werden.

Die Ausschwitzungen gesunder, kräftiger Pflanzen von

Mannit, von Gummi und Zucker können keiner andern Ursache zugeschrieben werden*).

Es tritt hier ein ähnlicher Fall ein, wie bei der Verdauung im menschlichen Organismus; wenn jedem Theile des Körpers ersetzt werden soll, was er durch Respiration und Secretionsprocesse verliert, so muß den Organen der Verdauung ein bestimmtes Verhältniß von stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln, begleitet von gewissen Mineralsubstanzen, die ihren Uebergang in Blut vermitteln, dargeboten werden. Ist die Quantität der zugeführten stickstofffreien Substanzen überwiegend, so werden sie entweder zur Fettbildung verwendet, oder sie gehen unverändert durch den Organismus hindurch. Man beobachtet dies namentlich bei Menschen, die sich beinahe ausschließlich von Kartoffeln nähern; ihre Excremente enthalten eine große Menge ganz unveränderter Stärkemehlkörnchen.

Unter diesem Gesichtspunkte wird es einleuchtend, wie sehr sich die in einer Pflanze erzeugten Producte, je nach dem Verhältnisse der zugeführten Nahrungsstoffe, ändern können. Ein Ueberfluß an Kohlenstoff, in der Form von

---

*) Herr Advocat Trapp in Gießen besitzt eine wohlriechende Volkamerie (Clerodendron fragrans), in deren Blattdrüsen im September, wo sie im Zimmer vegetirte, große farblose Tropfen ausschwitzten, die zu den regelmäßigsten Krystallen von Kandiszucker eintrockneten; es ist mir nicht bekannt, ob der Saft dieser Pflanze Zucker enthält. So hat ferner Langlois vor Kurzem beobachtet (Ann. de chimie et de phys. III. Serie. Tom. VII. pag. 348), daß während der großen Trockenheit im Sommer 1842 die Oberfläche der Blätter der Lindenbäume sich mit einem dicken süßen Liquidum bedeckten, welches in manchen Stunden des Tages in so großer Menge vorhanden war, daß es in der Form eines Regens herabfiel. Leicht hätten von einem mäßigen Lindenbaume mehrere Kilogramme gewonnen werden können. Dieser süße Saft enthielt vorzüglich Traubenzucker und Mannit.

Kohlensäure durch die Wurzeln zugeführt, wird bei Mangel an Stickstoff weder in Kleber, noch in Eiweiß, noch in Holz übergehen; er wird als Zucker, Amylon, Oel, Wachs, Harz, Mannit, Gummi, in der Form also eines Excrementes, abgeschieden werden, oder mehr oder weniger weite Zellen und Gefäße füllen.

Bei einem Ueberschusse stickstoffhaltiger Nahrung wird sich bei Vereinigung gewisser anderer Bedingungen der Kleber, der Gehalt von vegetabilischem Eiweiß vermehren, es werden Ammoniaksalze in den Säften bleiben, wenn, wie beim Anbau der Runkelrüben, ein sehr stickstoffreicher Dünger dem Boden gegeben, oder die Functionen der Blätter unterdrückt werden, indem man die Pflanze ihrer Blätter beraubt.

Wir wissen in der That, daß die Ananas im wilden Zustande kaum genießbar ist, daß sie bei reichlichem thierischen Dünger eine Masse von Blättern treibt, ohne daß die Frucht deshalb an Zucker zunimmt; daß der Stärkegehalt der Kartoffeln in einem humusreichen Boden wächst, daß bei kräftigem animalischen Dünger die Anzahl der Zellen zunimmt, während sich der Amylongehalt vermindert; in dem erstern Falle besitzen sie eine mehlige, in dem andern eine seifige Beschaffenheit. Die Runkelrüben, auf magerem Sandboden gezogen, enthalten ein Maximum von Zucker und kein Ammoniaksalz, und in gedüngtem Lande verliert die Teltower Rübe ihre mehlige Beschaffenheit, denn in diesem vereinigen sich alle Bedingungen für Zellenbildung.

Eine abnorme Production von gewissen Bestandtheilen der Pflanzen setzt in den Blättern eine Kraft und Fähigkeit der Assimilation voraus, die wir mit einer gewöhnlichen, selbst der mächtigsten chemischen Action nicht vergleichen

können. Man kann sich in der That keine geringe Vorstellung davon machen, denn sie übertrifft an Stärke die mächtigste galvanische Batterie, mit der wir nicht im Stande sind, den Sauerstoff aus der Kohlensäure auszuscheiden. Die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff, seine Fähigkeit, das Wasser im Sonnenlichte zu zerlegen und den Sauerstoff daraus zu entwickeln, ist für nichts zu achten gegen die Kraft und Energie, mit welcher ein von der Pflanze getrenntes Blatt das aufgesaugte kohlensaure Gas zu zerlegen vermag.

In der lebendigen Pflanze, in dem Samen und dem Keime ist eine von allen anderen Kräften verschiedene Ursache der Zunahme und Vergrößerung an Masse vorhanden, allein sie zeigt sich in ihrer Thätigkeit nur bei Mitwirkung der Wärme oder des Lichts.

Wir sehen im Frühlinge, wenn die Sonnenwärme die Erde durchdringt, daß die Spargelpflanze ohne alle Mitwirkung des Lichts viele Fuß lange Keime treibt. Aber die Bestandtheile dieser Keime waren Bestandtheile der Wurzel. Eine Verwandlung vorhandener Verbindungen in neue Producte, ihr Uebergang in neue Formen kann ohne Licht, wiewohl nicht ohne Wärme, vor sich gehen, allein hiermit ist keine wahre Zunahme an Masse, keine Vergrößerung in der Kohlenstoffmenge verbunden. Diese findet nur Statt unter dem Einflusse des Lichtes.

Die gewöhnliche Meinung, daß nur das direct einfallende Sonnenlicht die Zerlegung der Kohlensäure in den Blättern der Pflanzen zu bewirken vermöge, daß das reflectirte oder Tageslicht die Fähigkeit nicht besitzt, ist ein sehr verbreiteter Irrthum, denn in einer Menge Pflanzen erzeugen sich absolut die nämlichen Bestandtheile, gleichgültig, ob sie

vom Sonnenlichte getroffen werden, oder ob sie im Schatten wachsen, sie bedürfen des Lichtes und zwar des Sonnenlichtes, aber es ist für ihre Functionen durchaus gleichgültig, ob sie die Strahlen der Sonne direct erhalten, oder nicht. Ihre Functionen gehen nur mit weit größerer Energie und Schnelligkeit im Sonnenlichte als im Tageslichte oder im Schatten vor sich; es kann keine andere Verschiedenheit hier gedacht werden, als bei ähnlichen Wirkungen, welche das Licht auf chemische Verbindungen zeigt, und diese Verschiedenheit wird bemerkbar durch einen höhern oder niedrigern Grad der Beschleunigung der Action.

Chlor und Wasserstoff vereinigen sich beide zu Salzsäure; im gewöhnlichen Tageslichte geht die Verbindung in einigen Stunden, im Sonnenlichte augenblicklich mit einer gewaltsamen Explosion vor sich, in völliger Dunkelheit beobachtet man nicht die geringste Veränderung.

Das Oel des ölbildenden Gases liefert mit Chlor in Berührung im Sonnenlichte augenblicklich Chlorkohlenstoff im gewöhnlichen Tageslichte kann der letztere ebenfalls mit derselben Leichtigkeit erhalten werden, es gehört dazu nur eine längere Zeit. Während man bei diesem Versuche, wenn er im Sonnenlichte angestellt wird, nur zwei Producte bemerkt (Salzsäure und Chlorkohlenstoff), beobachtet man bei der Einwirkung im Tageslichte eine Reihe von Zwischenstufen, von Verbindungen nämlich, deren Chlorgehalt beständig zunimmt, bis zuletzt das ganze Oel in zwei Producte zerfällt, die mit denen im Sonnenlichte erhaltenen absolut identisch sind. Im Dunkeln beobachtet man auch hier nicht die geringste Zersetzung. Salpetersäure zerlegt sich im gewöhnlichen Tageslichte in Sauerstoffgas und salpetrige Säure, Chlorsilber schwärzt sich im Tageslichte so gut wie im Sonnenlichte, kurz

alle Actionen ganz ähnlicher Art nehmen im Tageslichte dieselbe Form an wie im Sonnenlichte, nur in der Zeit, in der es geschieht, bemerkt man einen Unterschied. Bei den Pflanzen kann es nicht anders sein; bis auf einige Parasiten, die den Kohlenstoff nicht oder nur theilweise aus der ersten Quelle empfangen, ist die Art ihrer Ernährung bei allen dieselbe, und ihre Bestandtheile beweisen es, daß die Nahrungsstoffe absolut dieselbe Veränderung erlitten haben*).

Was wir also an Kohlensäure einer Pflanze auch zuführen mögen, wenn ihre Quantität nicht mehr beträgt, als was von den Blättern zersetzbar ist, so wird sie eine Metamorphose erleiden. Wir wissen, daß ein Uebermaß an Kohlensäure die Pflanze tödtet, wir wissen aber auch, daß der Stickstoff bis zu einem gewissen Grade unwesentlich für die Zersetzung der Kohlensäure ist.

Alle bis jetzt angestellten Versuche beweisen, daß frische Blätter, von der Pflanze getrennt, in einem Wasser, welches Kohlensäure enthält, Sauerstoffgas im Sonnenlichte entwickeln während die Kohlensäure verschwindet.

In diesen Versuchen ist also mit der Kohlensäure kein Stickstoff gleichzeitig zugeführt worden, und man kann hieraus keinen andern Schluß ziehen, als den, daß zur Zersetzung,

---

*) Die Unmöglichkeit, Moose und andere Kryptogamen zum Blühen und Samentragen in gewöhnlichem Tageslichte zu bringen, brachte Herrn Nöllner, einen trefflichen Botaniker und Chemiker in Darmstadt, auf die Vorstellung, daß das durch die Blätter der Waldbäume gebrochene grüne Licht eine nothwendige Bedingung ihres Lebens sei. Er pflanzte die mannigfaltigsten Arten dieser Gewächse in Walderde, in kleinen Glasröhren, bedeckte sie mit einer Glocke von grünem Glase und sah seine Voraussetzung durch den Versuch mit dem schönsten Erfolge gekrönt. Alle diese zierlichen Gewächse entwickelten sich unter diesen Umständen mit der größten Ueppigkeit, sie setzten Blüthen und fruchtbaren Samen an.

der Kohlensäure, also zur Ausübung von einer ihrer Functionen, keine gleichzeitige Zufuhr von Stickstoff erforderlich ist, wenn auch für die Assimilation der durch die Zersetzung der Kohlensäure neugebildeten Producte, um Bestandtheile gewisser Organe der Pflanzen zu werden, die Gegenwart einer stickstoffhaltigen Substanz unentbehrlich zu sein scheint.

Der aus der Kohlensäure aufgenommene Kohlenstoff hat in den Blättern eine neue Form angenommen, in der er löslich und überführbar in alle Theile der Pflanze ist. Wir bezeichnen diese Form mit Zucker, wenn die Producte süß schmecken, und mit Gummi oder Schleim, wenn sie geschmacklos sind, sie heißen Excremente, wenn sie durch die Wurzeln (Haare und Drüsen der Blätter ꝛc.) abgeführt werden.

Es ist hieraus klar, daß, je nach den Verhältnissen der gleichzeitig zugeführten Nahrungsstoffe, die Menge und Qualitäten der durch den Lebensproceß der Pflanzen erzeugten Stoffe wechseln werden.

Im freien wilden Zustande entwickeln sich alle Theile einer Pflanze je nach dem Verhältnisse der Nahrungsstoffe, die ihr vom Standorte dargeboten werden; sie bildet sich auf dem magersten, unfruchtbarsten Boden eben so vollkommen aus wie auf dem fettesten und fruchtbarsten; nur in ihrer Größe und Masse, in der Anzahl der Halme, Zweige, Blätter, Blüthen oder Früchte beobachtet man einen Unterschied.

Während auf einem fruchtbaren Boden alle ihre einzelnen Organe sich vergrößern, vermindern sie sich auf einem andern, wo ihr die Materien minder reichlich zufließen, die sie zu ihrer Bildung bedarf; ihr Gehalt an stickstoffhaltigen oder stickstofffreien Bestandtheilen ändert sich mit der überwiegenden Menge stickstoffhaltiger und stickstofffreier Nahrungsmittel.

Die Entwickelung der Halme und Blätter, der Blüthen

und Früchte ist an bestimmte Bedingungen geknüpft, deren Kenntniß uns gestattet, einen gewissen Einfluß auf ihren Gehalt an gewissen Bestandtheilen, sowie auf die Hervorbringung eines Maximums an Masse auszuüben.

Die Ausmittelung dieser Bedingungen ist die Aufgabe des Naturforschers; aus ihrer Kenntniß müssen die Grundsätze der Land- und Forstwirthschaft entspringen.

Es giebt kein Gewerbe, was sich an Wichtigkeit dem Ackerbau, der Hervorbringung von Nahrungsmitteln für Menschen und Thiere vergleichen läßt; in ihm liegt die Grundlage des Wohlseins, die Entwickelung des Menschengeschlechts, die Grundlage des Reichthums der Staaten, er ist die Grundlage aller Industrie.

In keinem andern Gewerbe ist die Anwendung richtiger Principien von wohlthätigeren Folgen, von größerem und bemerkbarerm Einflusse, und es muß um so räthselhafter und unbegreiflicher erscheinen, wenn man in den Schriften der Agronomen vergebens nach einem leitenden Grundsatze sich umsieht.

An allen Orten, in allen Gegenden wechseln die Methoden des Feldbaues, und wenn man nach den Ursachen dieser Abweichung fragt, so erhält man die Antwort, sie hängen von Umständen ab (les circonstances font les assolemens). Es giebt keine Antwort, in der sich die Unwissenheit offenbarer ausspricht.

Neben gleichen allgemeinen Bedingungen des Wachsthums aller Vegetabilien, der Feuchtigkeit, des Lichtes, der Wärme und der Bestandtheile der Atmosphäre, giebt es besondere, welche auf die Entwickelung der Pflanzen einen ausgezeichneten Einfluß ausüben. Diese besonderen Bedingungen liegen im Boden, oder sie werden ihnen gegeben in der Form von Stoffen, die man mit dem allgemeinen Namen Dünger bezeichnet.

Was enthält aber der Boden, was enthalten die Stoffe, die man Dünger nennt? Vor der Ausmittelung dieser Fragen kann an eine rationelle Land- und Forstwirthschaft nicht gedacht werden.

Zur vollständigen Lösung dieser Fragen werden die Kräfte und Kenntnisse des Pflanzenphysiologen, des Agronomen und Chemikers in Anspruch genommen.

Die Aufgabe der Cultur ist im Allgemeinen die vortheilhafteste Hervorbringung gewisser Qualitäten, oder eines Maximums an Masse von gewissen Theilen oder Organen verschiedenartiger Pflanzen, sie wird gelöst durch die Anwendung der Kenntniß derjenigen Stoffe, die zur Ausbildung dieser Theile oder Organe unentbehrlich sind, oder der zur Hervorbringung dieser Qualitäten erforderlichen Bedingungen.

Die Gesetze einer rationellen Cultur müssen uns in den Stand setzen, einer jeden Pflanze dasjenige zu geben, was sie zur Erreichung ihrer Zwecke vorzugsweise bedarf.

Die Cultur beabsichtigt im Besonderen eine abnorme Entwickelung und Erzeugung von gewissen Pflanzentheilen oder Pflanzenstoffen, die zur Ernährung der Thiere und Menschen, oder für die Zwecke der Industrie verwendet werden.

Je nach diesen Zwecken ändern sich die Mittel, welche zu ihrer Ernährung dienen.

Die Mittel, welche die Cultur anwendet, um feines, weiches, biegsames Stroh für Florentiner-Hüte zu erzeugen, sind denen völlig entgegengesetzt, die man wählen muß, um ein Maximum von Samen durch die nämliche Pflanze hervorzubringen. Ein Maximum von Stickstoff in diesen Samen bedarf wieder der Erfüllung anderer Bedingungen, man hat wieder andere zu berücksichtigen, wenn man dem Halme die

Stärke und Festigkeit geben will, der er bedarf, um das Gewicht der Aehre zu tragen.

Man verfährt in der Cultur der Gewächse auf eine ganz ähnliche Weise wie bei den Thieren, die man mästen will; das Fleisch der Hirsche, Rehe, überhaupt der wilden Thiere ist gewöhnlich wie das Muskelfleisch der Araber vollkommen fettlos, sie enthalten nur geringe Mengen davon. Die Production von Fett und Fleisch kann gesteigert werden, alle Hausthiere sind reich an Fett. Wir geben den Thieren Nahrungsmittel, welche die Thätigkeit gewisser Organe erhöhen und einer Metamorphose in Fett fähig sind. Wir steigern die Quantität der Nahrungsstoffe, oder wir vermindern durch Mangel an Bewegung den Respirationsproceß und die Exhalationsprocesse.

Eine Erhöhung oder Verminderung der Lebensthätigkeit ist bei den Vegetabilien allein abhängig von Wärme und Sonnenlicht, über die wir nicht willkürlich verfügen können; es bleibt uns nur die Zuführung von Stoffen gestattet, welche geeignet sind, durch die vorhandene Thätigkeit von den Organen der Pflanzen assimilirt zu werden.

Welche sind nun zuletzt diese Stoffe?

Sie sind leicht durch eine Untersuchung eines Bodens zu ermitteln, welcher unter den gegebenen kosmischen und atmosphärischen Bedingungen unter allen Umständen fruchtbar ist; es ist klar, daß die Kenntniß seiner Beschaffenheit und Zusammensetzung uns in den Stand setzen muß, die Bedingungen zu ermitteln, unter welchen ein starker Boden fruchtbar wird.

Die Ausmittelung der Bedingungen, die in seiner Beschaffenheit liegen, gehört dem Agronomen an, die seiner Zusammensetzung hat der Chemiker zu lösen. Von der letztern kann allein nur die Rede sein.

Die Ackererde ist durch die Verwitterung von Felsarten entstanden, von den vorwaltenden Bestandtheilen dieser Felsart sind ihre Eigenschaften abhängig. Mit Sand, Kalk und Thon bezeichnen wir diese vorwaltenden Bestandtheile der Bodenarten.

Reiner Sand, reiner Kalkstein, in denen außer Kieselsäure, oder kohlensaurem, oder kieselsaurem Kalk andere anorganische Bestandtheile fehlen, sind absolut unfruchtbar.

Von fruchtbarem Boden macht aber unter allen Umständen der Thon einen nie fehlenden Bestandtheil aus.

Wo stammt nun der Thon der Ackererde her? welches sind die Bestandtheile desselben, welche Antheil an der Vegetation nehmen?

Der Thon stammt von der Verwitterung thonerdehaltiger Mineralien, unter denen die verschiedenen Feldspathe, der (gewöhnliche) Kalifeldspath, der Natronfeldspath (Albit), der Kalkfeldspath (Labrador), Glimmer und Zeolithe die verbreitetsten unter denen sind, welche verwittern.

Diese Mineralien sind Gemengtheile des Granits, Gneußes, Glimmerschiefers, Porphyrs, Thonschiefers, der Grauwacke, der vulkanischen Gebirgsarten, des Basalts, Klingsteins, der Lava.

Als die äußersten Glieder der Grauwacke haben wir reinen Quarz, Thonschiefer und Kalk, bei den Sandsteinen Quarz und Letten. In dem Uebergangskalke, in den Dolomiten haben wir Einmengungen von Thon, von Feldspath, Feldsteinporphyr, Thonschiefer; der Zechstein ist ausgezeichnet durch seinen Thongehalt. Der Jurakalk enthält 3 — 20, in der würtembergischen Alp 45 — 50 Proc. Thon. Der Muschel- und Grobkalk ist mehr oder weniger reich an Thon.

Man beobachtet leicht, daß die thonerdehaltigen Fossilien

die verbreitetsten an der Erdoberfläche sind; wie schon erwähnt, fehlt der Thon niemals im fruchtbaren, und nur dann im culturfähigen Lande, wenn gewisse Bestandtheile desselben durch andere Quellen ersetzt sich finden. In dem Thone muß an und für sich eine Ursache vorhanden sein, welche Einfluß auf das Leben der Pflanze ausübt, welche directen Antheil an ihrer Entwickelung nimmt.

Diese Ursache ist sein Gehalt an Alkalien, alkalischen Erden, an phosphorsauren und schwefelsauren Salzen.

Die Thonerde nimmt an der Vegetation nur indirect, durch ihre Fähigkeit, Wasser und Ammoniak anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil; nur in höchst seltenen Fällen findet sich Thonerde in den Pflanzenaschen, in sehr vielen findet sich aber Kieselerde, welche in den meisten Fällen nur durch Vermittelung von Alkalien in die Pflanze gelangt*).

Um sich einen bestimmten Begriff von dem Gehalte des Thons an Alkalien zu machen, muß man sich erinnern, daß der Feldspath 17¾ Proc. Kali, der Albit 11,43 Natron, der Glimmer 3 — 5 Proc., die Zeolithe zusammen 13 — 16 Proc. an Alkalien enthalten**).

Aus den zuverlässigen Analysen von Ch. Gmelin, Löwe, Fricke, Meyer, Redtenbacher weiß man, daß die Klingsteine, Basalte zwischen ¾ bis 3 Proc. Kali und 5 — 7 Proc. Natron, der Thonschiefer 2,75 — 3,31 Kali, daß der Letten 1½ — 4 Proc. Kali enthält.

Berechnet man bei Zugrundelegung des specifischen Ge-

*) Thonerdehydrat, dem Humusextracte beigemischt, entzieht diesem augenblicklich alle färbende Materie und macht sie unauflöslich (Wiegmann und Polstorf, S. 54).

**) Alle Kalifeldspathe enthalten nach neueren Untersuchungen Natron, alle Natronfeldspathe enthalten gleichzeitig Kali.

wichtes, wie viel Kali eine Bodenschicht enthält, welche aus der Verwitterung eines Morgens (2500 □ Meter) einer 20 Zoll dicken Lage einer dieser Felsarten entstanden ist, so ergiebt sich, daß diese Bodenschicht an Kali enthält:

aus Feldspath entstanden . . .	1,152000 Pfd.
aus Klingstein	200000 — 400000 »
aus Basalt	47500 — 75000 »
aus Thonschiefer	100000 — 200000 »
aus Letten	87000 — 300000 »

Die Alkalien (Kali oder Natron) fehlen in keinem Thone; in allen Thonarten, die man auf Alkalien untersucht hat, sind diese Bestandtheile gefunden worden: in dem Thone der Uebergangsgebirge des Flötzgebirges, sowie in den jüngsten Bildungen der Umgebungen von Berlin kann man durch bloßes Eintrocknen mit Schwefelsäure, durch die Bildung von Alaun (nach Mitscherlich) den Kaligehalt nachweisen, und allen Alaun-Fabrikanten ist es wohl bekannt, daß alle ihre Laugen eine gewisse Quantität Alaun fertig gebildet enthalten, dessen Kali aus der thonreichen Asche der Braun- und Steinkohlen herrührt.

Ein Tausendtheil Letten, dem Quarz im bunten Sandsteine oder dem Kalke in den verschiedenen Kalkformationen beigemengt, giebt einem Boden von nur 20 Zoll Tiefe so viel Kali, daß ein Fichtenwald auf diesem Boden ein ganzes Jahrhundert lang damit versehen werden kann.

Ein einziger Cubikfuß Feldspath kann eine Waldfläche mit Laubholz von 2500 □ Meter Fläche 5 Jahre lang mit Kali versehen.

Ein Boden, welcher ein Maximum von Fruchtbarkeit besitzt, enthält den Thon gemengt mit anderen verwitterten Gesteinen, mit Kalk und Sand in einem solchen Verhältnisse,

daß er der Luft und Feuchtigkeit bis zu einem gewissen Grade leichten Eingang verstattet.

Der Boden in der Nähe und Umgebung des Vesuvs läßt sich als der Typus der fruchtbarsten Bodenarten betrachten; je nach dem Verhältnisse, als der Thon oder Sand darin zu- oder abnimmt, verringert sich der Grad seiner Fruchtbarkeit.

Dieser aus verwitterter Lava entstandene Boden kann seinem Ursprunge nach nicht die kleinste Spur einer vegetabilischen Materie enthalten; Jedermann weiß, daß, wenn die vulkanische Asche eine Zeitlang der Luft und dem Einflusse der Feuchtigkeit ausgesetzt gewesen ist, alle Vegetabilien darin in der größten Ueppigkeit und Fülle gedeihen.

Die Bedingungen dieser Fruchtbarkeit sind nun die darin enthaltenen Alkalien, alkalischen Basen und die Kieselerde, welche nach und nach durch die Verwitterung die Fähigkeit erlangen, von der Pflanze aufgenommen zu werden. Bei allen Gesteinen und Gebirgsarten sind Jahrtausende erforderlich gewesen, um sie in den Zustand der Ackererde überzuführen; die Grenze der Verwitterung des Thons, d. h. die völlige Entziehung alles Alkalis, wird noch eben so viele Jahrtausende erfordern.

Wie wenig das Regenwasser aus dem Boden in Jahresfrist aufzulösen vermag, sehen wir an der Zusammensetzung des Flußwassers, des Wassers der Bäche und Quellen; es sind dies gewöhnlich weiche Wasser, und der nie fehlende Kochsalzgehalt auch der weichsten Wasser beweis't, daß dasjenige an alkalischen Salzen, was durch Flüsse und Ströme dem Meere zufließt, durch Seewinde und Regen dem Lande wieder zurückgebracht wird.

Denken wir uns einen Boden, der aus den Bestandtheilen des Granits, der Grauwacke, des Zechsteins, Porphyrs rc

durch Verwitterung entstanden ist und auf dem seit Jahrtausenden die Vegetation nicht gewechselt hat; er wird ein Magazin von Alkalien in einem von den Wurzeln der Pflanze assimilirbaren Zustande enthalten.

Die schönen Versuche von Struve haben dargethan, daß ein kohlensäurehaltiges Wasser die Gebirgsarten, welche Alkalien enthalten, zerlegt, daß es einen Gehalt von kohlensaurem Alkali empfängt. Es ist klar, daß die Pflanzen selbst, insofern ihre Ueberreste durch Verwesung Kohlensäure erzeugen, insofern ihre Wurzeln im lebenden Zustande Säuren ausschwitzen, nicht minder kräftig dem Zusammenhange der Gebirgsarten entgegenwirken.

Neben der Einwirkung der Luft, des Wassers und Temperaturwechsels sind die Pflanzen selbst die mächtigsten Ursachen der Verwitterung.

Luft, Wasser, Temperaturwechsel bewirken die Vorbereitung der Felsarten zu ihrer Aufschließung, d. h. zur Auflösung der darin enthaltenen Alkalien durch die Pflanzen.

Auf einem Boden, welcher Jahrhunderte lang allen Ursachen der Verwitterung ausgesetzt gewesen ist, von dem aber die aufgeschlossenen Alkalien nicht fortgeführt wurden, werden alle Vegetabilien, die zu ihrer Entwickelung beträchtlicher Mengen Alkalien bedürfen, eine lange Reihe von Jahren hindurch, hinreichende Nahrung finden; allein nach und nach muß er erschöpft werden, wenn das Alkali, was ihm entzogen wurde nicht wieder ersetzt wird; es muß ein Punkt eintreten, wo er von Zeit zu Zeit der Verwitterung wieder ausgesetzt werden muß, um einer neuen Erndte Vorrath von auflösbaren Alkalien zu geben.

So wenig Alkali es auch im Ganzen betragen mag, was

die Pflanzen bedürfen, sie kommen ohne dieses Alkali nicht zur Entwickelung; sie können es nicht entbehren.

Nach einem Zeitraume von einem oder mehreren Jahren, während welcher Zeit das Alkali dem Boden nicht entzogen wird, kann man wieder auf eine neue Erndte rechnen.

Die ersten Colonisten fanden in Virginien einen Boden von der obenerwähnten Beschaffenheit vor; ohne Dünger erntete man auf einem und demselben Felde ein ganzes Jahrhundert lang Weizen oder Tabak, und jetzt sieht man ganze Gegenden verlassen und in unfruchtbares Weideland verwandelt, was kein Getreide, keinen Tabak mehr ohne Dünger hervorbringt. Einem Morgen von diesem Lande wurden aber in 100 Jahren in den Blättern, dem Korne und Stroh über 1200 Pfd. an Alkalien und Salzen mit alkalischer Basis entzogen; er wurde unfruchtbar, weil der aufgeschlossene Boden gänzlich seines assimilirbaren Alkalis beraubt war, und weil dasjenige, was im Zeitraume von einem Jahre durch den Einfluß der Witterung zur Aufschließung gelangte, nicht hinreichte, um die Bedürfnisse der Pflanzen zu befriedigen.

In diesem Zustande befindet sich im Allgemeinen alles Culturland in Europa. Die Brache ist die Zeit der Verwitterung.

Man giebt sich einer unbegreiflichen Täuschung hin, indem man dem Verschwinden des Humusgehaltes in diesem Boden zuschreibt, was eine bloße Folge der Entziehung von Alkalien und gewissen Bodenbestandtheilen ist.

Man versetze sich in die Umgebungen Neapels, welche bekannt sind als fruchtbares Getreideland; die Ortschaften und Dörfer liegen 6 — 8 Stunden von einander, von Wegen ist in diesen Gegenden keine Rede, noch viel weniger von Dünger; seit Jahrtausenden wird auf diesen Feldern Getreide

gezogen, ohne daß dem Boden wiedergegeben wird, was man ihm jährlich nimmt. Wie kann man unter solchen Verhältnissen dem Humus eine Wirkung zuschreiben, die nach tausend Jahren noch bemerkbar ist, dem Humus, von dem man nicht einmal weiß, ob er je ein Bestandtheil dieses Bodens war.

Die Methode der Cultur, die man in diesen Gegenden anwendet, erklärt die Verhältnisse vollkommen; es ist in den Augen unserer Landwirthe die schlechteste von allen, für diese Gegenden hingegen die vortheilhafteste, die man wählen kann. Man bebauet nämlich das Feld nur von drei zu drei Jahren und läßt es in der Zwischenzeit Viehheerden zu einer spärlichen Weide dienen. Während der zweijährigen Brache hat das Feld keine andere Aenderung erlitten, als daß der Boden den Einflüssen der Witterung ausgesetzt gewesen ist, eine gewisse Menge der darin enthaltenen Alkalien ist wieder in den Zustand der Aufschließbarkeit übergegangen.

Man muß erwägen, daß die Thiere, welche auf diesen Feldern sich ernährt haben, dem Boden nichts gaben, was er nicht vorher besaß. Die Unkrautpflanzen, von denen sie lebten, stammten von diesem Boden, was sie ihm in den Excrementen zurückgaben, mußte jedenfalls weniger betragen, als was sie von ihm empfingen. Durch das Beweiden hat das Feld nichts gewonnen, es hat im Gegentheile von seinen Bestandtheilen verloren.

Als Princip des Feldbaues betrachtet man die Erfahrung, daß sich Weizen nicht mit Weizen verträgt; der Weizen gehört wie der Tabak zu den Pflanzen, welche den Boden erschöpfen.

Wenn aber der Humus dem Boden die Fähigkeit geben kann, Getreide zu erzeugen, woher kommt es denn, daß in dem humusreichen Boden in vielen Gegenden Brasiliens, daß

auch in unserm Klima der Weizen in reiner Holzerde nicht gedeiht, daß der Halm keine Stärke erhält und sich frühzeitig umlegt? Es kommt daher, weil die Festigkeit des Halmes von kieselsaurem Kali herrührt, weil das Korn phosphorsaurer Salze bedarf, die ihm der Humusboden nicht liefern kann, indem er keins von beiden enthält, man erhält Kraut, aber keine Frucht.

Woher kommt es denn, daß Weizen nicht auf Sandboden gedeiht, daß der Kalkboden, wenn er nicht eine beträchtliche Menge Thon beigemischt enthält, unfruchtbar für diese Pflanze ist? Es kommt daher, weil es diesen Bodenarten für diese Gewächse an Alkalien und gewissen anderen Mineralbestandtheilen, welcher die Pflanze bedarf, fehlt, ohne diese bleiben sie selbst dann in ihrer Entwickelung zurück, wenn ihnen alles andere im Ueberfluß dargeboten wird.

Ist es denn nur Zufall, daß wir auf Gneuß, Glimmerschiefer, auf Granitboden in Baiern, daß wir auf Klingstein in der Rhön, auf Basalt im Vogelsberge, auf Thonschiefer am Rhein und in der Eifel die schönsten Laubholzwaldungen finden, die auf Sandstein und Kalk, worauf Kiefern und Fichten noch gedeihen, nicht mehr fortkommen? Es kommt daher, weil die Blätter des Laubholzes, welche jährlich sich erneuern, zu ihrer Entwickelung 6- bis 10fache Menge Alkali erfordern. Sie finden auf kaliarmem Boden das Alkali nicht vor, ohne welches sie nicht zur Ausbildung gelangen*).

Wenn auf Sandstein und Kalkboden Laubholz vorkommt, wenn wir die Rothbuche, den Vogelbeerbaum, die wilde Süß-

*) 1000 Theile trockner Eichenblätter geben 55 Theile Asche, worin sich 24 Theile lösliche Alkalien befinden; dieselbe Quantität Fichtenblätter giebt nur 29 Theile Asche, welche 4,6 Theile lösliche Salze enthält (Saussure).

kirsche auf Kalk üppig gedeihen sehen, so kann man mit Gewißheit darauf rechnen, daß in dem Boden eine Bedingung ihres Lebens, nämlich die Alkalien, nicht fehlen.

Kann es auffallend sein, daß nach dem Abbrennen von Nadelholzwaldungen in Amerika, durch welche der Boden das in Jahrhunderten gesammelte Alkali empfängt, Laubholz gedeiht, daß Spartium scoparium, Erysimum latifolium, Blitum capitatum, Senetio viscosus, lauter Pflanzen, welche eine an Alkali höchst reiche Asche geben, auf Brandstätten in üppiger Fülle emporsprossen?

Alle Grasarten bedürfen des kieselsauren Kalis; es ist kieselsaures Kali, was beim Wässern der Wiesen dem Boden zugeführt, was in dem Boden aufgeschlossen wird; in Gräben und in kleinen Bächen, an Stellen, wo durch den Wechsel des Wassers die aufgelöste Kieselerde sich unaufhörlich erneuert, auf kalireichem Letten- und Thonboden, in Sümpfen gedeihen die Equisetaceen, die Schilf- und Rohrarten, welche so große Mengen Kieselerde oder kieselsaures Kali enthalten, in der größten Ueppigkeit.

Die Menge von kieselsaurem Kali, welches in der Form von Heu den Wiesen jährlich genommen wird, ist sehr beträchtlich. Man darf sich nur an die zusammengeschmolzene glasartige Masse erinnern, die man nach einem Gewitter zwischen Mannheim und Heidelberg auf einer Wiese fand und für einen Meteorstein hielt; es war, wie die Untersuchung ergab, kieselsaures Kali; der Blitz hatte in einen Heuhaufen eingeschlagen, an dessen Stelle man nichts weiter als die zusammengeschmolzene Asche des Heues fand.

Die Alkalien und alkalischen Erden sind aber für die meisten Gewächse nicht die einzigen Bedingungen ihrer Existenz; sie reichen allein nicht hin, um das Leben der Pflanzen zu unterhalten.

In einer jeden bis jetzt untersuchten Pflanzenasche fand man Phosphorsäure, gebunden an Alkalien und alkalische Erden; der Weizen-, Roggen-, Maissamen, die Erbsen, Bohnen, Linsen geben nach dem Verbrennen eine Asche, welche keine Spur Kohlensäure, sondern außer geringen Mengen schwefelsaurer Salze und Chlormetallen nur phosphorsaure Salze enthält.

Die Phosphorsäure wird aus dem Boden von der Pflanze aufgenommen, alles culturfähige Land, selbst die Lüneburger Haide, enthält bestimmbare Mengen davon. In allen auf Phosphorsäure untersuchten Mineralgewässern hat man gewisse Quantitäten davon entdeckt; wo sie nicht gefunden worden ist, hat man sie nicht aufgesucht. Die der Oberfläche der Erde am nächsten liegenden Schichten von Schwefelbleilagern enthalten krystallisirtes phosphorsaures Bleioxyd (Grünbleierz); der Kieselschiefer, welcher große Lager bildet, findet sich an vielen Orten bedeckt mit Krystallen von phosphorsaurer Thonerde (Wawellit); alle Bruchflächen sind damit überzogen.

Der Apatit (phosphorsaurer Kalk, von gleicher Zusammensetzung mit der Knochenerde) findet sich in jeder fruchtbaren Ackererde, in krystallinischer Gestalt deutlich erkennbar, auf Gängen (besonders Erzgängen), wie auch im Gebirgsgestein eingewachsen.

Er findet sich auf diese Weise in plutonischen und vulkanischen, wie auch in den metamorphischen und neptunischen Gebirgsarten, immer nur als zufälliger Gemengtheil und gewöhnlich nicht in großer Menge. In den plutonischen und vulkanischen Gebirgsarten findet er sich in dem Granite, z. B. des Erzgebirges bei Johann Georgenstadt, Schneeberg &c., der Geschiebe bei Berlin &c., im Syenit z. B. von

Meißen in kleinen, und in dem von Friedrichswärn im südl. Norwegen in größeren Krystallen; im Hypersthenfeld z. B. von Elfdalen in Schweden, in dem Nephelinfels in feinen nadelförmigen Krystallen, aber oft in großer Menge zu Meiches im Vogelsgebirge, am Löbauer Berge in Sachsen, Tuhlowitz in Böhmen ꝛc.; im Basalt und anderen vulkanischen Gesteinen, z. B. am Wickenstein in Schlesien, Hamberge im Paderbornschen und am Cabo de Gata in Spanien, in den vulkanischen Bomben des Laacher Sees ꝛc. ꝛc.

In den metamorphischen Gesteinen findet er sich besonders im Talk- und Chloritschiefer in großen gelben durchsichtigen Krystallen (Spargelstein), im Glimmerschiefer von Snarum im südlichen Norwegen; auf den Kalklagern von Pargas in Finnland und am Baikal-See auf dem Magneteisensteinlager von Arendal und anderen Orten in Norwegen und Schweden.

In dem neptunischen Gebirge findet er sich besonders in der Kreide in rundlichen Stücken und Körnern, z. B. beim Cap la Hève bei Havre, bei den Caps Blancnez und Grisnez bei Calais ꝛc., ebenso im Flötzkalkstein des Erzberges bei Amberg u. s. w. (Gustav Rose).

Das Wasser der Kaiserquelle bei Aachen enthält in einem Pfunde 0,142 gr. phosphorsaures Natron (Monheim), die Quirinusquelle enthält eine gleiche Menge, die Rosenquelle enthält 0,133 desselben Salzes. Die Sprudelquelle zu Karlsbad enthält 0,0016 gr. phosphorsauren Kalk (Berzelius). Die Ferdinandsquelle enthält 0,010 phosphorsaures Natron (Wolf). Die Salzquelle zu Pyrmont enthält 0,022 phosphorsaures Kali, 0,075 phosphorsauren Kalk, 0,1249 gr. phosphorsaure Thonerde (Krüger). Wenn man erwägt, daß das Seewasser phosphorsauren Kalk (Clemm), wiewohl

in so kleiner Menge enthält, daß sie in einem Pfunde Wasser nicht bestimmbar ist, daß dessenungeachtet alle in dem Meere lebenden Thiere die phosphorsauren Salze, welche Bestandtheile ihrer Knochen und ihres Fleisches sind, aus diesem Medium empfangen, so muß der Gehalt an phosphorsauren Salzen in den erwähnten Mineralquellen ungewöhnlich groß erscheinen. Es läßt sich berechnen, daß das Wasser der Sprudelquelle in Karlsbad auf seinem Wege durch die Gebirgsschichten viele tausend Pfunde phosphorsauren Kalk daraus aufnimmt.

Die Art und Weise, in welcher phosphorsaure Erdsalze, und namentlich der phosphorsaure Kalk, die Fähigkeit erlangen, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen zu werden, läßt sich durch sehr einfache Versuche darthun.

Der phosphorsaure Kalk ist nämlich in reinem Wasser nicht löslich, allein er löst sich leicht in einem Wasser, welches Kochsalz oder ein Ammoniaksalz enthält. Im Wasser, welches schwefelsaures Ammoniak enthält, löst er sich so leicht auf wie Gyps.

Der phosphorsaure Kalk wird ferner mit Leichtigkeit vom Wasser aufgenommen, welches Kohlensäure enthält, er verhält sich gegen dieses Lösungsmittel ähnlich wie der kohlensaure Kalk.

Aus dem Boden gelangt die Phosphorsäure in die Samen, Blätter und Wurzeln der Pflanzen, aus diesen in den Organismus der Thiere, indem sie zur Bildung der Knochen, der phosphorhaltigen Bestandtheile des Gehirns verwendet wird.

Man kann sich eine Vorstellung von dem Gehalte an phosphorsaurer Bittererde in dem Getreide machen, wenn man sich erinnert, daß die Steine in dem Blinddarme von Pferden, die sich von Heu und Hafer nähren, aus phosphorsaurer

Bittererde und Ammoniak bestehen. Aus dem Mastdarme eines Müllerpferdes in Eberstadt wurden nach seinem Tode 29 Steine genommen, die zusammen über 3 Pfd. wogen, und Dr. Fr. Simon beschrieb vor Kurzem einen Stein von einem Fuhrmannspferde, dessen Gewicht 47½ Loth (über 700 Grammen) betrug.

Außer Kieselsäure, den Alkalien, alkalischen Erden, Schwefelsäure und Phosphorsäure, die unter keinerlei Umständen in den Culturpflanzen fehlen, nehmen die Vegetabilien aus dem Boden noch fremde Stoffe, Salze auf, von denen man voraussetzen darf, daß sie die ebengenannten zum Theil wenigstens in ihren Wirkungen ersetzen; in dieser Form kann man bei manchen Pflanzen Kochsalz, Salpeter, Chlorkalium und andere als nothwendige Bestandtheile betrachten.

Der Thonschiefer enthält meistens Einmischungen von Kupferoxyd, der Glimmerboden enthält Fluormetalle. Von diesen Bestandtheilen gehen geringe Mengen in den Organismus der Pflanze über, ohne daß sich behaupten läßt, sie seien ihr nothwendig.

In gewissen Fällen scheint das Fluorcalcium den phosphorsauren Kalk in den Knochen und Zähnen vertreten zu können, es läßt sich sonst wenigstens nicht erklären, woher es kommt, daß die nie fehlende Gegenwart desselben in den Knochen der antediluvianischen Thiere als Mittel dienen kann, um sie von Knochen aus späteren Perioden zu unterscheiden; die Schädelknochen von Menschen aus Pompeji sind eben so reich an Flußsäure, wie die der vorweltlichen Thiere. Werden sie gepulvert in einem verschließbaren Glasgefäße mit Schwefelsäure übergossen, so findet sich dieses auf der Innenseite nach 24 Stunden auf's heftigste corrodirt (J. L.), während

die Knochen und Zähne der jetzt lebenden Thiere nur Spuren davon enthalten (Berzelius).

Es ist vollkommen gewiß, daß im Frühlinge und in der ersten Hälfte des Sommers, wo der Boden noch mit Wasser durchdrungen ist, eine größere Menge von alkalischen Basen und Salzen in den Organismus der Pflanze gelangt als im hohen Sommer, wo das Wasser als die Bedingung des Uebergangs dieser Basen fehlt.

In vielen Gegenden hängt die Getreideernte für das ganze Jahr von einem einzigen Regen ab; wenn es der Pflanze in einer gewissen Periode an Wasser fehlt, so bleibt sie in ihrer Entwickelung zurück. Diese Zufuhr an Wasser ist nun im eigentlichen Sinne eine Zufuhr von Alkalien und gewissen Salzen, welche durch Vermittelung des Regenwassers die Fähigkeit erlangen, von der Pflanze aufgenommen zu werden. Im hohen Sommer ist ja die Luft an Wasserdampf weit reicher als in den anderen Jahreszeiten; der zu ihrer Nahrung dienende Wasserstoff ist in der Luft in hinreichender Menge enthalten.

Wenn es an Feuchtigkeit im Boden fehlt, so beobachten wir eine Erscheinung, welche früher, wo die Bedeutung der mineralischen Nahrungsstoffe für das Leben der Pflanze nicht erkannt war, völlig unerklärlich schien.

Wir sehen nämlich, daß die Blätter in der Nähe des Bodens, die sich zuerst und vollkommen entwickelt haben, ohne eine sichtbar auf sie einwirkende schädliche Ursache, ihre Lebensfähigkeit verlieren; sie schrumpfen zusammen, werden gelb und fallen ab. Diese Erscheinung zeigt sich in dieser Form nicht in feuchten Jahren, man beobachtet sie nicht an immergrünenden Gewächsen und nur in seltenen Fällen an Pflanzen,

welche lange und tiefe Wurzeln treiben, sie zeigt sich nur im Herbste und Winter an perennirenden Gewächsen.

Die Ursache dieses Absterbens ist jetzt einem Jeden klar. Die völlig entwickelten vorhandenen Blätter nehmen unausgesetzt aus der Luft Kohlensäure und Ammoniak auf, welche zu Bestandtheilen neuer Blätter, Knospen und Triebe übergehen, aber dieser Uebergang kann ohne die Mitwirkung der Alkalien und der übrigen Mineralbestandtheile nicht stattfinden. Ist der Boden feucht, so werden sie unausgesetzt zugeführt, die Pflanze behält ihre lebendige grüne Farbe. Ist aber im trocknen Wetter diese Zufuhr aus Mangel an Wasser abgeschnitten, so findet in der Pflanze selbst eine Theilung Statt. Die mineralischen Bestandtheile des Saftes der schon ausgebildeten Blätter werden denselben entzogen und zur Ausbildung der jungen Triebe verwendet, und mit der Entwickelung des Samens findet sich ihre Lebensfähigkeit völlig unterdrückt. Diese abgewelkten Blätter enthalten nur Spuren von löslichen Salzen, während die Knospen und Triebe außerordentlich reich daran sind.

Wir sehen auf der andern Seite, daß in einem mit zu reichlichem Dünger versehenen Boden durch einen Ueberfluß von löslichen Mineralbestandtheilen bei vielen, namentlich bei Küchen-Gewächsen, auf der Oberfläche der Blätter Salze abgesondert werden, welche das Blatt mit einer weißen filzigen Kruste bedecken. In Folge dieser Ausschwitzungen kränkeln die Pflanzen, die organische Thätigkeit der Blätter nimmt ab, das Wachsthum der Pflanze wird gestört, und wenn dieser Zustand längere Zeit dauert, so stirbt die Pflanze ab. Diese Beobachtung macht man namentlich an blattreichen Pflanzen von großer Oberfläche, welche große Mengen Wasser ausdunsten.

Bei Rüben, Kürbissen, Erbsen tritt diese Krankheit mehren-

theils ein, wenn der Boden nach anhaltendem trocknen Wetter zu einer Zeit, wo die Pflanze ihrer Ausbildung nahe, wo sie aber noch nicht vollendet ist, durch heftige, aber kurzdauernde Regengüsse durchnäßt wird, und wenn auf diese wieder trocknes Wetter erfolgt.

Durch die eintretende stärkere Verdunstung gelangt mit dem durch die Wurzeln aufgesaugten Wasser eine weit größere Menge von Salzen in die Pflanze, als sie verwenden kann. Diese Salze effloresciren an der Oberfläche der Blätter und wirken, wenn sie krautartig und saftig sind, ganz ähnlich auf sie ein, wie wenn man sie mit Salzauflösungen begossen hätte, von einem größern Salzgehalte, als ihr Organismus verträgt. Von zwei Pflanzen gleicher Art trifft diese Krankheit namentlich die, welche ihrer vollendeten Ausbildung am nächsten steht; ist die eine Pflanze später gepflanzt, oder ist sie in ihrer Entwickelung weiter zurückgeblieben, so tragen die nämlichen Ursachen, welche auf die anderen schädlich einwirken, dazu bei, um ihre eigene Entwickelung zu befördern.

Der Keim, welcher aus der Erde, das Blatt, was aus der Knospe hervorbricht, der junge Halm, die grüne Sprosse, enthalten stets eine weit größere Menge von Salzen mit alkalischen Basen, sie geben eine an Alkalien weit reichere Asche als der ausgebildete Pflanzentheil. Die Blätter, von welchen aus die Aufnahme und Zerlegung der Kohlensäure vor sich geht, sind unter allen Umständen weit reicher an Mineralsubstanzen als die übrigen Pflanzentheile.

Die einfache Thatsache, daß die Entwickelung der Pflanze gehemmt ist, wenn es an Regen und damit an Zufuhr alkalischer Basen fehlt, beweis't, daß diese Alkalien eine höchst wichtige Rolle in der Vegetation spielen. Wenn de Saussure fand, daß die Weizenpflanze vor der Blüthe $^{70}/_{1000}$, in

der Blüthe $^{54}/_{10000}$ und mit reifem Samen nur die Hälfte an Aschenbestandtheilen lieferte, so läßt sich sicher hieraus nicht schließen, daß die in der jungen, in der Entwickelung begriffenen Pflanze enthaltenen Bodenbestandtheile in den Boden zurückgekehrt sind. Bei gleichen Gewichten lieferte die junge Pflanze doppelt so viel Asche als die völlig ausgebildete, was offenbar nur daher rührt, weil zu der in der erstern schon vorhandenen Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoff-Menge neue Quantitäten dieser organischen Bestandtheile hinzugekommen sind. Die Aschenbestandtheile sind in der Pflanze unverändert geblieben, nur ihr relatives Verhältniß zu den anderen hat sich geändert, der Kohlenstoff, Wasserstoff- und Stickstoffgehalt ist größer geworden.

Mit einer der Gewißheit nahen Wahrscheinlichkeit läßt sich annehmen, daß die Alkalien in dem Weinstocke, in der Kartoffel-, Rübenpflanze, die wir mit Weinsäure, Oxalsäure, Aepfelsäure, Citronensäure verbunden im Safte finden, der Pflanze wegen und nicht zu dem Zwecke da sind, um als neutrale oder saure Salze in den Apotheken oder in der Haushaltung verbraucht zu werden.

Diese organischen Säuren müssen für die Erzeugung gewisser Bestandtheile in der Pflanze nothwendig sein.

Wir sind zu dem Schlusse gekommen, daß der Kohlenstoff aller Theile der Pflanze von der Kohlensäure stammt. Die Weinsäure, Oxalsäure, Citronensäure &c. erhielten ihren Kohlenstoff also ebenfalls von der Kohlensäure.

Ist es nun denkbar, kann man fragen, daß der Kohlenstoff der Kohlensäure direct und unmittelbar mit Wasserstoff aus Wasser, sich zu Zucker, zu Amylon, zu Holzfaser, zu Harz, Wachs, Terpenthinöl vereinigt? Ist es nicht weit wahrscheinlicher, daß der Uebergang des Kohlenstoffs der Kohlensäure zu

einem Bestandtheile der Pflanze allmälig geschieht, daß mit dem Hinzutreten der Bestandtheile des Wassers sich aus der Kohlensäure eine an Sauerstoff immer ärmere Verbindung bildet, daß ihr Kohlenstoff zuerst die Form von Oxalsäure, Weinsäure oder irgend einer andern organischen Säure annimmt, ehe er in Zucker, Amylon, Holzfaser übergeht?

Nach dieser Vorstellung erklärt sich die Nothwendigkeit der alkalischen Basen zum Leben und Gedeihen der Pflanze auf eine einfache und ungezwungene Weise, denn sie würden zu dem bestimmten Zwecke vorhanden sein, um den Uebergang der Kohlensäure in einen lebendigen Pflanzentheil zu vermitteln. Die kleinsten Theilchen des Zuckers, der organischen Säuren folgen von der Pflanze getrennt ihren eigenen Anziehungen; indem sie Krystalle bilden, folgen sie der in ihnen thätigen Cohäsionskraft, ihr Kohlenstoff ist fähig, zu einem Bestandtheile eines lebendigen Organs zu werden, allein Zucker und Weinsäure, obwohl durch die Mitwirkung vitaler Thätigkeiten erzeugt, besitzen für sich selbst keine vitalen Functionen.

Die Brache ist, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Periode der Cultur, wo man das Land einer fortschreitenden Verwitterung vermittelst des Einflusses der Atmosphäre überläßt, in der Weise, daß eine gewisse Quantität Alkali und Kieselsäure wieder fähig gemacht wird, von einer Pflanze aufgenommen zu werden.

Es ist klar, daß die sorgfältige Bearbeitung des Brachlandes seine Verwitterung beschleunigt und vergrößert; für den Zweck der Cultur ist es völlig gleichgültig, ob man das Land mit Unkraut sich bedecken läßt, oder ob man eine Pflanze darauf baut, welche dem Boden das aufgeschlossene alkalische Silicat nicht entzieht.

Die Brache.

Die Landwirthschaft ist eine Kunst und eine Wissenschaft. Die wissenschaftliche Grundlage derselben umfaßt die Kenntniß aller Bedingungen des Lebens der Vegetabilien, des Ursprungs ihrer Elemente und der Quelle ihrer Nahrung.

Aus dieser Kenntniß entwickeln sich bestimmte Regeln für die Ausübung der Kunst, Grundsätze der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit aller mechanischen Operationen des Feldbaues, welche das Gedeihen der Gewächse vorbereiten und befördern und die auf sie einwirkenden schädlichen Einflüsse beseitigen.

Keine in der Ausübung dieser Kunst gemachte Erfahrung kann im Widerspruche stehen mit den wissenschaftlichen Principien, eben weil diese, aus allen Beobachtungen zusammengenommen abgeleitet, nur ein geistiger Ausdruck dafür sind.

Die Theorie kann keiner Erfahrung widersprechen, eben weil sie nichts anderes ist als die Zurückführung einer Reihe von Erscheinungen auf ihre letzten Ursachen.

Ein Feld, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hintereinander die nämliche Pflanze cultiviren, wird in drei, ein anderes in 7, ein anderes in 20, ein anderes erst in 100 Jahren unfruchtbar für die nämliche Pflanze. Das eine Feld trägt Weizen, keine Bohnen, es trägt Rüben, aber keinen

Tabak, ein drittes giebt reichliche Ernten von Rüben, aber keinen Klee.

Was ist der Grund, daß der Acker für eine und dieselbe Pflanze nach und nach seine Fruchtbarkeit verliert? Was ist der Grund, daß die eine Pflanzengattung darauf gedeiht, daß die andere darauf fehlschlägt?

Diese Fragen stellt die Wissenschaft.

Welche Mittel sind nothwendig, um dem Acker seine Fruchtbarkeit für eine und dieselbe Pflanze zu erhalten? um ihn für zwei, für drei, für alle Culturpflanzen fruchtbar zu machen?

Diese letzteren Fragen stellt sich die Kunst, sie sind aber nicht lösbar durch die Kunst.

Wenn der Landwirth, ohne durch ein richtiges wissenschaftliches Princip geleitet zu sein, sich Versuchen hingiebt, um einen Acker für eine Pflanze fruchtbar zu machen, die er sonst nicht trägt, so ist die Aussicht auf Erfolg nur gering. Tausende von Landwirthen stellen ähnliche Versuche nach mannigfaltigen Richtungen an, deren Resultat zuletzt eine Anzahl von praktischen Erfahrungen umfaßt, welche zusammen eine Methode der Cultur bilden, wodurch der gesuchte Zweck für eine gewisse Gegend erreicht wird. Allein die nämliche Methode schlägt für den nächsten Nachbar schon fehl, sie hört auf, für eine zweite und dritte Gegend vortheilhaft zu sein.

Welche Masse von Kapital und Kraft geht in diesen Experimenten verloren! Wie ganz anders, wie viel sicherer ist der Weg, den die Wissenschaft befolgt, er setzt uns, wenn wir ihn betreten, nicht der Gefahr des Mißlingens aus und gewährt uns alle Bürgschaften des Gewinns.

Ist die Ursache des Fehlschlagens, die Ursache der Unfruchtbarkeit des Bodens für eine, für zwei, für die dritte

Pflanze ermittelt, so ergeben sich die Mittel zur Beseitigung von selbst.

Die bestimmtesten Beobachtungen beweisen, daß die Culturmethoden je nach der geognostischen Beschaffenheit des Bodens von einander abweichen. Denken wir uns in dem Basalt, Grauwacke, Porphyr, Sandstein, Kalk ꝛc. eine gewisse Anzahl chemischer Verbindungen in wechselnden Verhältnissen enthalten, welche, für die Pflanzen zu ihrem Gedeihen unentbehrlich, der fruchtbare Boden ihnen darbieten muß, so erklärt sich die Verschiedenheit der Culturmethoden auf eine höchst einfache Weise; denn es ist klar, daß der Gehalt der Ackererde an diesen so wichtigen Bestandtheilen in eben dem Grade, wie die Zusammensetzung der Felsarten, durch deren Verwitterung e entstanden ist, wechseln muß.

Die Weizenpflanze, der Klee, die Rüben bedürfen gewisser Bestandtheile aus dem Boden, sie gedeihen nicht in einer Erde, in welcher sie fehlen. Die Wissenschaft lehrt uns aus der Untersuchung ihrer Asche diese Bestandtheile kennen, und wenn uns die Analyse eines Bodens zeigt, daß sie darin fehlen, so ist die Ursache seiner Unfruchtbarkeit ermittelt.

Die Beseitigung dieser Unfruchtbarkeit ist damit aber gegeben.

Die Empirie schreibt allen Erfolg der Kunst, den mechanischen Operationen des Feldbaues zu, sie legt ihnen den höchsten Werth bei, ohne darnach zu fragen, auf welchen Ursachen ihr Nutzen beruht, und doch ist diese Kenntniß von der höchsten Wichtigkeit, weil sie die Verwendung der Kraft und des Kapitals auf die vortheilhafteste Weise regelt und jeder Verschwendung derselben vorbeugt. Ist es denkbar, daß der Durchgang der Pflugschaar, der Egge durch die Erde, daß die Berührung des Eisens dem Boden wie durch einen Zauber

Fruchtbarkeit ertheilt! Niemand wird diese Meinung hegen, und dennoch ist diese Frage in der Agricultur noch nicht aufgestellt, wie viel weniger gelös't; gewiß ist es beim sorgfältigen Pflügen nur die weitgetriebene mechanische Zertheilung, der Wechsel und die Vergrößerung der Oberfläche, durch welche der günstige Einfluß ausgeübt wird; aber die mechanische Operation ist nur Mittel zum Zwecke.

Unter den Wirkungen der Zeit, im Besondern in der Landwirthschaft, in dem Brachliegen, dem Ausruhen des Feldes, begreift man in der Naturwissenschaft gewisse chemische Actionen welche unausgesetzt ausgeübt werden durch die Bestandtheile der Atmosphäre auf die Oberfläche der festen Erdrinde. Es ist die Kohlensäure, der Sauerstoff der Luft, die Feuchtigkeit, das Regenwasser, durch deren Einwirkung gewisse Bestandtheile der Fels- und Gebirgsarten, oder ihre Trümmer, welche die Ackererde bilden, die Fähigkeit empfangen, sich im Wasser zu lösen; welche in Folge ihrer Auflösung sich von den nicht lösbaren trennen.

Man weiß, daß diese chemischen Actionen den Begriff von dem Zahn der Zeit in sich fassen, welcher die Werke der Menschen vernichtet und den härtesten Felsen nach und nach in Staub verwandelt; durch ihren Einfluß werden in der Ackererde gewisse Bestandtheile des Bodens für die Pflanzen assimilirbar, und es ist nun gerade dieser Zweck, welcher durch die mechanischen Operationen des Feldbaues erreicht werden soll. Sie sollen die Verwitterung beschleunigen und damit einer neuen Generation von Pflanzen die ihnen nöthigen Bodenbestandtheile in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande darbieten. Es ist einleuchtend, daß die Schnelligkeit des Löslichwerdens eines festen Körpers zunehmen muß mit seiner Oberfläche, je mehr Puncte wir in der gegebenen Zeit den

einwirkenden Thätigkeiten darbieten, desto rascher wird die Verbindung vor sich gehen.

Um in der Analyse ein Mineral aufzuschließen, um seinen Bestandtheilen Löslichkeit zu geben, muß sich der Chemiker der ermüdendsten, langweiligsten und sehr schwierigen Operation der Verwandlung desselben in das feinste Pulver hingeben; durch Schlämmen scheidet er den feinsten Staub von den größeren Theilen ab, er setzt seine Geduld auf alle möglichen Proben, weil er weiß, die Aufschließung ist nicht vollkommen, seine ganze Operation mißlingt, wenn er in den Vorbereitungen minder aufmerksam verfährt.

Welchen Einfluß die Vergrößerung der Oberfläche eines Steins auf seine Verwitterbarkeit ausübt, auf die Veränderungen nämlich, die er durch die Actionen der Bestandtheile der Atmosphäre und des Wassers erfährt, läßt sich in den Goldbergwerken zu Yaquil in Chili, welche Darwin auf eine so interessante Art beschreibt, in einem großen Maßstabe beobachten.

Das goldführende Gestein wird auf Mühlen in das feinste Pulver verwandelt und die leichteren Steintheile von den Metalltheilchen durch einen Schlämmproceß geschieden. Durch den Wasserstrom werden die Steintheilchen hinweggeführt, die Goldtheilchen fallen zu Boden. Der abfließende Schlamm wird in Teiche geleitet, wo er in der Ruhe sich wieder absetzt. Wenn der Teich sich nach und nach damit anfüllt, wird der Schlamm herausgezogen und auf Haufen sich selbst, d. h. der Wirkung der Luft und Feuchtigkeit überlassen. Nach der Natur des Waschprocesses, dem es unterworfen worden war, kann dieses feinzertheilte Gestein keinen löslichen Bestandtheil, keine Salztheile, mehr enthalten. Mit dem Wasser bedeckt, also beim Abschlusse der Luft, auf dem Boden des Teiches erlitt es keine

Veränderung, allein der Luft und Feuchtigkeit gleichzeitig ausgesetzt, stellt sich eine mächtige chemische Action in dem Haufen ein, die sich durch Auswitterung reichlicher Salz-Efflorescenzen, welche die Oberfläche bedecken, zu erkennen giebt.

Nach einer zwei- bis dreijährigen Aussetzung wird der Schlämmproceß mit diesem hart gewordenen Schlamme wiederholt und so sechs- bis siebenmal, wo man stets, wiewohl in abnehmendem Verhältnisse, neue Quantitäten Gold daraus gewinnt, welche durch den chemischen Proceß der Verwitterung bloßgelegt, d. h. ausscheidbar wurden.

Es ist dies die nämliche chemische Action, die in der Ackererde vor sich geht, die wir durch die mechanischen Operationen des Feldbaues steigern und beschleunigen. Wir erneuern die Oberfläche und suchen jeden Theil der Ackerkrume der Wirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffs zugänglich zu machen. Wir schaffen einen Vorrath löslicher Mineralsubstanzen, welche der neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung, zum Gedeihen unentbehrlich sind.

Alle Cultur-Pflanzen bedürfen der Alkalien, der alkalischen Erden, eine jede in einem gewissen Verhältnisse von dem einen oder dem andern; die Getreidearten gedeihen nicht, wenn in dem Boden Kieselerde im löslichen Zustande mangelt.

Die in der Natur vorkommenden Silicate unterscheiden sich durch die größere oder geringere Verwitterbarkeit, durch den ungleichen Widerstand, den ihre Bestandtheile der auflösenden Kraft der atmosphärischen Agentien entgegensetzen, sehr wesentlich von einander. Der Granit von Korsica, der Feldspath von Karlsbad zerfällt zu Pulver in einer Zeit, wo der polirte Granit der Bergstraße seinen Glanz noch nicht verliert.

Es giebt Bodenarten, die an leicht verwitterbaren Sili-

caten so reich sind, daß in einem oder von zwei zu zwei Jahren eine Quantität kieselsaures Kali auflöslich und assimilirbar wird, die für eine ganze Ernte Weizen zur Bildung der Blätter und Halme hinreicht.

In Ungarn sind große Strecken Landes nicht selten, wo seit Menschengedenken auf einem und demselben Felde Weizen und Tabak abwechselnd gebaut werden, ohne daß dieses Land jemals etwas von den Mineralbestandtheilen zurückempfängt, die mit dem Stroh und Korn hinweggenommen wurden. Es giebt Felder, in denen erst nach Verlauf von zwei, von drei oder mehr Jahren die für eine Ernte Weizen nöthige Quantität kieselsaures Kali zur Aufschließung gelangt.

Brache heißt nun im weitesten Sinne diejenige Periode der Cultur, wo man den Boden, dem Einflusse der Witterung überlassen, an gewissen löslichen Bestandtheilen sich bereichern läßt. Im engern Sinne bezieht sich das Brachliegen stets nur auf die Intervalle in der Cultur der Getreidepflanzen, für diese ist ein Magazin von löslicher Kieselerde neben den Alkalien eine Hauptbedingung ihres Gedeihens, und wenn wir auf dem nämlichen Felde eine andere Pflanze, eine sogenannte Brachfrucht bauen, durch welche bei der Ernte kein Theilchen der aufgeschlossenen Kieselerde entführt wird, so muß es für die darauf folgende Weizenpflanze seine Fruchtbarkeit behalten.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß die mechanische Bearbeitung des Feldes das einfachste und wohlfeilste Mittel ist, um die im Boden enthaltenen Nahrungsstoffe den Pflanzen zugänglich zu machen.

Giebt es nun, kann man fragen, außer den mechanischen nicht noch andere Mittel, welche dazu dienen können, den Boden aufzuschließen und die Aufnahme seiner Bestandtheile in den Organismus der Pflanze vorzubereiten? Diese Mittel

giebt es allerdings, und unter ihnen ist vorzüglich der gebrannte Kalk in England seit einem Jahrhundert in einem großen Maßstabe im Gebrauch; es würde sehr schwer sein, ein einfacheres und dem Zwecke entsprechenderes aufzufinden.

Um aber eine richtige Ansicht über die Wirkung des Kalks auf die Ackerkrume zu gewinnen, ist es nöthig, sich an die Processe zu erinnern, welche der Chemiker zu Hülfe nimmt, um in einer gegebenen kurzen Zeit ein Mineral aufzuschließen, seine Bestandtheile in den auflöslichen Zustand zu versetzen.

Der auf's feinste gepulverte Feldspath z. B. bedarf für sich einer wochen- oder monatelangen Behandlung mit einer Säure, um ihn aufzulösen; mischen wir ihn aber mit Kalk und setzen ihn einer mäßig starken Glühhitze aus, so geht der Kalk eine chemische Verbindung mit den Bestandtheilen des Feldspathes ein. Ein Theil des im Feldspath gebundenen Alkalis (Kali) wird in Freiheit gesetzt, und das bloße Uebergießen mit einer Säure reicht jetzt schon in der Kälte hin, nicht nur um den Kalk, sondern auch die anderen Bestandtheile des Feldspathes in der Säure zu lösen. Von der Kieselerde wird soviel von der Säure aufgenommen, daß die letztere zu einer durchscheinenden Gallerte gesteht.

Aehnlich nun, wie der Kalk zum Feldspath beim Brennen, verhält sich der gelöschte Kalk zu den meisten alkalischen Thonerdesilicaten, wenn sie im feuchten Zustande längere Zeit mit einander in Berührung bleiben. Zwei Mischungen, die eine von gewöhnlichem Töpferthon oder Pfeifenerde mit Wasser, die andere von Kalkmilch, werden beim Zusammenschütten augenblicklich dicker. Ueberläßt man sie Monate lang in diesem Zustande sich selbst, so gelatinirt jetzt der mit Kalkbrei gemischte Thon, wenn man ihn mit einer Säure zusammenbringt; diese Eigenschaft ging ihm vor der Berührung mit

Kalk beinahe völlig ab. Der Thon wird, indem der Kalk eine Verbindung mit seinen Bestandtheilen eingeht, aufgeschlossen, und was noch merkwürdiger ist, der größte Theil der darin enthaltenen Alkalien wird in Freiheit gesetzt. Diese schönen Beobachtungen sind zuerst von Fuchs in München gemacht worden, sie haben nicht allein zu Aufschlüssen über die Natur und Eigenschaften der hydraulischen Kalke geführt, sondern, was für weit wichtiger gehalten werden muß, sie haben die Wirkungen des ätzenden gelöschten Kalkes auf die Ackerkrume erklärt und der Agricultur ein unschätzbares Mittel geliefert, um den Boden aufzuschließen und die den Pflanzen unentbehrlichen Alkalien in Freiheit zu setzen.

Im October haben die Felder in Yorkshire und Lancasshire das Ansehen, wie wenn sie mit Schnee bedeckt wären. Ganze Quadratmeilen sieht man mit gelöschtem oder an der Luft zerfallenem Kalke bedeckt, der in den feuchten Wintermonaten seinen wohlthätigen Einfluß auf den steifen Thonboden ausübt.

Im Sinne der jetzt verlassenen Humustheorie sollte man denken, daß der gebrannte Kalk eine sehr nachtheilige Wirkung auf den Boden ausüben müßte, weil die darin enthaltenen organischen Materien durch den Kalk zerstört, weil sie unfähig dadurch gemacht werden, einer neuen Vegetation Humus abzugeben, allein es tritt ganz das Gegentheil ein, die Fruchtbarkeit des Bodens findet sich durch den Kalk erhöht. Die Cerealien bedürfen der Alkalien, der löslichen kieselsauren Salze, welche durch die Wirkung des Kalkes für die Pflanze assimilirbar gemacht werden. Ist nebenbei noch eine verwesende Materie vorhanden, welche der Pflanze Kohlensäure liefert, so wird die Entwickelung befördert, allein nothwendig ist sie nicht. Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Getreidepflanzen un-

entbehrlichen phosphorsauren Salze, im Fall sie in ihm fehlen, so haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt, denn die Atmosphäre ist ein ganz unerschöpfliches Magazin von Kohlensäure.

Einen nicht minder günstigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Thonbodens übt in torfreichen Gegenden das bloße Brennen desselben aus.

Die Beobachtung des merkwürdigen Wechsels in seinen Eigenschaften, welche der Thon durch Brennen erfährt, ist noch nicht alt, man hat sie zuerst in Mineralanalysen an manchen Thonsilicaten gemacht. Viele derselben, welche im natürlichen Zustande von Säuren nicht angegriffen werden, erlangen eine vollkommene Löslichkeit, wenn man sie vorher zum Glühen und Schmelzen erhitzt. Zu diesen gehört der Töpferthon, Pfeifenthon, der Lehm und die verschiedenen in der Ackerkrume vorhandenen Modificationen des Thons. Im natürlichen Zustande kann man sie z. B. mit concentrirter Schwefelsäure stundenlang kochen, ohne daß sich bemerklich davon auflös't; wird der Thon (wie der Pfeifenthon in manchen Alaunfabriken) aber schwach gebrannt, so lös't er sich mit der größten Leichtigkeit in der Säure, die darin enthaltene Kieselerde wird als Kieselgallerte im löslichen Zustande abgeschieden.

Der gewöhnliche Töpferthon gehört zu den sterilsten Bodenarten, obwohl er in seiner Zusammensetzung alle Bedingungen des üppigsten Gedeihens der meisten Pflanzen enthält, aber ihr bloßes Vorhandensein reicht nicht hin, um einer Pflanze zu nützen. Der Boden muß der Luft, dem Sauerstoffe, der Kohlensäure zugänglich, er muß für diese Hauptbedingungen der freudigen Entwickelung der Wurzeln durchdringlich, seine Bestandtheile müssen in einem Zustande der Verbindung darin enthalten sein, der sie fähig macht, in die

Pflanze überzugehen. Alle diese Eigenschaften fehlen dem plastischen Thone, sie werden ihm aber gegeben durch eine schwache Glühhitze*).

Die große Verschiedenheit in dem Verhalten des gebrannten und ungebrannten Thons zeigt sich in vielen Gegenden an den mit Ziegeln aufgeführten Gebäuden. In den flandrischen Städten, wo fast alle Gebäude aus Backsteinen bestehen, bemerkt man an der Oberfläche der Mauern, schon nach wenigen Tagen, Auswitterungen von Salzen, welche sie wie mit einem weißen Filze überziehen. Werden diese Salze durch Regen abgewaschen, so kommen sie sehr bald wieder zum Vorschein, und dies beobachtet man selbst an Mauern, welche wie die Thore der Festung Lille Jahrhunderte lang schon stehen. Es sind dies kohlensaure und schwefelsaure Salze mit alkalischen Basen, welche bekanntlich in der Vegetation eine sehr wichtige Rolle spielen. Auffallend ist der Einfluß des Kalkes auf diese Salzauswitterungen; sie kommen nämlich zuerst an den Stellen zum Vorschein, wo sich Mörtel und Stein berühren.

Es ist klar, daß in Mischungen von Thon mit Kalk sich alle Bedingungen der Aufschließung des Thonerdesilicats, des Löslichwerdens der kieselsauren Alkalien vereinigt finden. Der in kohlensaurem Wasser sich lösende Kalk wirkt wie Kalkmilch auf den Thon ein, und hieraus erklärt sich der günstige Einfluß, den das Ueberfahren mit Mergel (womit man alle an Kalk reichen Thone bezeichnet) auf die meisten Bodenarten

*) Der Schreiber dieses sah in Hardwick-Court bei Glocester den Garten des Herrn Baker, der, aus einem steifen Thon bestehend, aus dem Zustande der höchsten Sterilität in den der größten Fruchtbarkeit durch bloßes Brennen überging. Es war, da die Operation bis zu einer Tiefe von drei Fußen vorgenommen wurde, ein nicht sehr wohlfeiles Verfahren, allein der Zweck wurde erreicht.

ausübt. Es giebt Mergelboden, welcher an Fruchtbarkeit für alle Pflanzengattungen alle andern Bodenarten übertrifft.

Noch weit wirksamer muß sich der Mergel in gebranntem Zustande zeigen, so wie die Materialien, die ihm ähnlich zusammengesetzt sind; hierher gehören bekanntlich alle Kalksteine, welche zur Bereitung des hydraulischen Kalkes sich eignen; durch sie werden dem Boden nicht allein die den Pflanzen nützlichen alkalischen Basen, sondern auch Kieselerde in dem zur Aufnahme fähigen Zustande zugeführt. Viele hydraulischen Kalke (die sogenannten natürlichen Cementsteine) geben, wenn sie im gebrannten Zustande mit Wasser gemischt einige Stunden stehen gelassen werden, soviel kaustisches Alkali an das Wasser ab, daß es geradezu wie eine schwache Lauge zum Waschen benutzt werden kann.

Die Braun- und Steinkohlenaschen sind als vortreffliche Mittel zur Verbesserung des Bodens an vielen Orten im Gebrauch; man erkennt diejenigen, welche ganz besonders diesen Zweck erfüllen, an ihrer Eigenschaft, mit Säuren zu gelatiniren, oder mit Kalkbrei gemischt nach einiger Zeit, wie der hydraulische Kalk, fest und steinhart zu werden.

Die mechanischen Operationen des Feldbaues, die Brache, die Anwendung des Kalkes und das Brennen des Thons, sie vereinigen sich, wie man sieht, zur Erläuterung eines und desselben wissenschaftlichen Princips, es sind dies Mittel, um die Verwitterung der alkalischen Thonerdesilicate zu beschleunigen, um die Pflanzen beim Beginne einer neuen Vegetation mit gewissen, ihnen unentbehrlichen Nahrungsstoffen zu versehen.

Die voranstehende Auseinandersetzung bezieht sich, wie ausdrücklich hervorgehoben werden muß, auf Felder, welche die zur Entwickelung der Gewächse günstige physikalische Be-

schaffenheit besitzen, denn neben den anderen zur Ernährung der Pflanzen nothwendigen Bedingungen hat diese den größten Einfluß auf die Fruchtbarkeit. Ein schwerer fester Thonboden setzt der Verbreitung und Vervielfältigung der Wurzeln der schnellwachsenden Sommerpflanzen einen zu großen Widerstand entgegen; es ist klar, daß dieser den Wurzeln, sowie der Luft und Feuchtigkeit, zugänglicher wird durch die einfache Zumischung von mehr oder weniger feinem Quarz, daß er hierdurch mehr verbessert wird, als durch zu fleißiges Pflügen. Wenn wir einem lockern, der Feuchtigkeit und Luft zugänglichen Boden in der geeigneten *Form* die Bestandtheile wiedergeben, die wir dem Felde in der Ernte genommen haben, so bleibt seine günstige physikalische Beschaffenheit, wie sie ursprünglich war. Auf einem schweren festen Thonboden können wir in ganz gleicher Weise die ursprüngliche chemische Zusammensetzung wieder herstellen, allein dieser nämliche Boden wird verbessert, wenn die entzogenen Bodenbestandtheile nicht in der Form von Asche, *sondern in der Form von Mist* (von mit Stroh gemengten Thierexcrementen) demselben wiedergegeben werden; durch die Verbesserung der physikalischen Beschaffenheit wird in diesem Falle seine Fruchtbarkeit erhöht, ja diese Wirkung ist selbst bei ganz gleichem chemischen Gehalte für die verschiedenen Thierexcremente höchst ungleich; die dichten, schweren (Schafsmist) unterscheiden sich darin wesentlich von den lockeren und porösen Thierexcrementen (Kuhmist, Pferdemist).

In heißen Sommern, wo nur kurze leichte Regenschauer fallen, ist häufig der Ertrag der Felder von mittelmäßigem, aber lockerem Boden größer, als der des sonst fruchtbarsten, aber schweren Feldes. Während in dem lockeren Felde der Regen sogleich aufgesaugt wird und zu den Wurzeln gelangt,

verdunstet das Wasser auf dem schweren Boden früher, als es durchgelassen wird.

Ein Boden, der wie der Flugsand so gut wie keinen Zusammenhang besitzt, ist für die Cultur der meisten Pflanzen ungeeignet. Es giebt zuletzt Bodenarten, welche dem chemischen Gehalte nach zu den fruchtbarsten gehören, die aber dennoch unfruchtbar für viele Gewächse sind, und hierher gehören namentlich solche, die aus Mischungen von Thon mit einer zu großen Menge feinen Sandes bestehen. Ein solcher Boden verwandelt sich nach starken Regengüssen in einen breiartigen Schlamm, der zu einer festen harten, für die Luft undurchdringlichen Masse, ohne viel zu schwinden, eintrocknet.

Wenn man auf lockern Sand und Kalkboden, sowie auf das letzterwähnte Feld die Principien, worauf die Verbesserung der Felder in der Brache beruht, in ihrer ganzen Ausdehnung anwenden wollte, so würde man den beabsichtigten Zweck nicht erreichen. Ein an sich zu lockerer Boden, der das Wasser zu leicht durchläßt, oder der den Pflanzen eine Befestigung nicht gestattet, sowie ein fester Boden, dessen Gemengtheile zu fein zertheilt sind, der also seiner physikalischen Beschaffenheit wegen minder fruchtbar ist, kann durch diejenigen mechanischen Operationen des Feldbaues, die eine noch weiter getriebene Zertheilung bewirken, nicht verbessert werden.

Von den zur Fruchtbarkeit eines Bodens nothwendigen physikalischen Bedingungen, welche der Chemiker nicht mit in Rechnung bringt, rührt es her, daß die Kenntniß des Gehaltes an mineralischem Nahrungsstoffe einer Ackererde nur einen sehr bedingten Werth hat, daß der Gehalt an mineralischen Nahrungsstoffen keinen Schluß rückwärts auf die Güte des Bodens gestattet. Vrebindet man die chemische mit der mecha-

nischen Analyse*), für welche letztere Herr Rham in Windsor einen ebenso einfachen als zweckmäßigen Apparat beschrieben hat, so hat man eine Grundlage mehr zu einer richtigeren Beurtheilung.

Die Wechselwirthschaft.

Die genauesten Untersuchungen der thierischen Körper haben dargethan, daß das Blut, die Knochen, die Haare u. s. w, sowie alle Organe, eine gewisse Anzahl von Mineralsubstanzen enthalten, mit deren Ausschlusse in der Nahrung ihre Bildung nicht stattfindet.

Das Blut enthält Alkalien in Verbindung mit Phosphorsäure, die Galle ist reich an Alkalien und Schwefel, die Substanz der Muskeln enthält eine gewisse Menge Schwefel, das Blutroth enthält Eisen, der Hauptbestandtheil der Knochen ist phosphorsaurer Kalk, die Nerven- und Gehirnsubstanz enthält Phosphorsäure und phosphorsaure Alkalien, der Magensaft enthält Salzsäure.

Wir wissen, daß die freie Salzsäure des Magensaftes, daß ein Theil des Natrons in der Galle vom Kochsalze stammt, daß wir der Verdauung, dem Leben eine Grenze durch den bloßen Ausschluß von Kochsalz setzen.

Geben wir einer jungen Taube Weizenkörner (Chosset, Bericht an die Academie in Paris, Juni 1842) zur Nahrung,

*) Die Bestimmung nämlich der ungleichen Verhältnisse an Gemengtheilen, des groben und feinen Sandes, sowie des Thons und der vegetabilischen Stoffe.

in denen der Hauptbestandtheil ihrer Knochen, der phosphorsaure Kalk, fehlt, so sehen wir, wenn sie gehindert ist, den ihr nothwendigen Kalk sich anderwärts zu verschaffen, daß ihre Knochen immer dünner und zerbrechlicher werden, daß bei fortgesetzter Entziehung dieser Mineralsubstanz der Tod eintritt. Schließen wir den kohlensauren Kalk in der Nahrung der Vögel aus, so legen sie Eier, denen die harte schützende Schale fehlt.

Geben wir einer Kuh einen Ueberfluß von Knollen und Wurzeln, wie Kartoffeln und Runkelrüben, zur Nahrung, welche phosphorsaure Bittererde, aber nur Spuren von Kalk enthalten, so muß für sie der nämliche Fall wie für die junge Taube eintreten. Wenn wir jeden Tag der Kuh in der Milch eine gewisse Menge phosphorsauren Kalk hinwegnehmen, ohne ihr in der Nahrung einen Ersatz dafür zu gewähren, so muß dieser Kalk von ihren Knochen genommen werden, welche nach und nach ihre Stärke und Festigkeit verlieren und das Gewicht ihres Körpers zuletzt nicht mehr zu tragen vermögen.

Fügen wir der Nahrung der Taube Gerstenkörner oder Erbsen, oder der Nahrung der Kuh Gerstenstroh oder Klee hinzu, welche reich sind an Kalksalzen, so erhält sich die Gesundheit des Thieres *).

Die Menschen und Thiere empfangen ihr Blut und die Bestandtheile ihrer Leiber von der Pflanzenwelt, und eine un-

*) Die Arbeiter in den Bergwerken Südamerika's, deren tägliches Geschäft (das schwerste vielleicht in der Welt) darin besteht, eine Last Erz, im Gewicht von 180—200 Pfd., aus einer Tiefe von 450 Fuß, auf ihren Schultern zu Tage zu fördern, leben nur von Brot und Bohnen, sie würden das Brot allein zur Nahrung vorziehen, allein ihre Herren, welche gefunden haben, daß sie mit Brot nicht so stark arbeiten können, behandeln sie wie Pferde und zwingen sie, die Bohnen zu essen (Darwin, Journal of researches, p. 324); die Bohnen sind aber verhältnißmäßig an Knochenerde weit reicher als das Brot.

ergründliche Weisheit hat die Einrichtung getroffen, daß das Leben und Gedeihen der Pflanze auf's engste geknüpft ist an die Aufnahme der nämlichen Mineralsubstanzen, welche für die Entwickelung des thierischen Organismus unentbehrlich sind; ohne diese anorganischen Stoffe, die wir als Bestandtheile ihrer Asche kennen, kann die Bildung des Keims, des Blatts, der Blüthe und Frucht nicht gedacht werden.

Der Gehalt der Culturpflanzen an den zur Ernährung der Thiere dienenden Bestandtheilen ist außerordentlich ungleich.

Die Knollen- und Wurzelgewächse stehen in ihrem chemischen Gehalte einander weit näher, als den Samen; die letzteren haben stets eine ähnliche Zusammensetzung.

Die Kartoffeln z. B. enthalten 75 bis 77 p. c. Wasser und 23 bis 25 p. c. feste Substanz. Wir sind im Stande, durch einen mechanischen Proceß die letztere zu zerlegen in 18 bis 19 Theile Amylon und in 3 bis 4 Theile trockener stärkemehlartiger Faser. Man sieht leicht, daß diese beiden zusammengenommen beinahe so viel wiegen wie die trockenen Kartoffeln selbst. Die fehlenden zwei Procente bestehen aus Salzen und der schwefel- und stickstoffhaltigen Substanz, die wir als Albumin kennen.

Die Runkelrüben enthalten 88 bis 90 Proc. Wasser, fünfundzwanzig Theile trockener Rüben enthalten 18 bis 19 Theile Zucker und 3 bis 4 Theile Zellgewebe; die fehlenden zwei Procente bestehen zur Hälfte aus Salzen, der Rest ist Albumin.

Die weißen Rüben enthalten 90 bis 92 Theile Wasser, fünfundzwanzig Theile trockener Rüben enthalten 18 bis 19 Theile Pectin mit sehr wenig Zucker, 3 bis 4 Theile Zellgewebe und 2 Theile an Salzen und Albumin. Zucker, Pectin und Amylon enthalten keinen Stickstoff, sie sind in den Pflanzen frei vorhanden, nie mit alkalischen Basen verbunden, es sind

dies Verbindungen, welche aus dem Kohlenstoffe der Kohlensäure und den Bestandtheilen des Wassers gebildet worden sind, deren Elemente in der Kartoffelpflanze die Form von Amylon, in der Runkelrübe die Form von Zucker, in der weißen Rübe die Form von Pectin angenommen haben.

In den Samen der Getreidepflanzen haben wir als schwefel- und stickstoffhaltigen Hauptbestandtheil Pflanzenfibrin, in den Erbsen, Bohnen, Linsen Casein, in den Samen der Oelpflanzen Albumin und eine dem Casein sehr ähnliche Materie.

Das Pflanzenfibrin der Getreidesamen ist begleitet von Amylon, der nämliche Körper ist ein Bestandtheil der Samenlappen der Leguminosen; in den Oelsamen ist das Amylon vertreten durch einen anderen stickstofffreien öl-, butter- oder wachsartigen Bestandtheil.

Es ist einleuchtend, daß wir je nach den Zwecken der Cultur, je nach den Bestandtheilen, die wir zu erzielen beabsichtigen, den Pflanzen die Bedingungen darbieten müssen, die zu ihrer Erzeugung nothwendig sind. Für den Zucker oder das Amylon bedürfen wir der Zufuhr anderer Stoffe, wie für die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile.

Im Winter kann aus einem festgefrornen Boden von einer Zufuhr von Alkalien und alkalischen Erden nicht die Rede sein, wir haben dennoch keinen Grund, daran zu zweifeln, daß während der Tageszeit die immergrünen Gewächse, die Blätter der Tannen und Fichten unausgesetzt Kohlensäure absorbiren, welche durch die Einwirkung des Lichtes unaufhörlich zerlegt wird. In der Zeit der hergestellten Saftcirculation wäre der Kohlenstoff dieser Kohlensäure vielleicht in Holz oder in einen anderen Bestandtheil der Pflanze übergegangen, aus Mangel an Mitwirkung der hierzu nöthigen Bedingungen wird er als Harz, Balsam und flüchtiges Oel secernirt.

Alle Bestandtheile der Blätter haben einen gewissen Antheil an der Bildung der Bestandtheile des Gewächses, die darin enthaltenen Alkalien, der Kalk u. s. w., dürfen nicht als zufällig oder unthätig an der Aeußerung dieser Lebensfunction angesehen werden.

Zum Uebergange des Kohlenstoffs der Kohlensäure in Zucker, gehören nicht nur gewisse äußere Bedingungen (Wärme, Licht), sondern es müssen dazu noch andere mitwirken, die in der Pflanze selbst gegeben und vorhanden sein müssen.

Geben wir der Kartoffel, der Rübenpflanze die nothwendigen Bestandtheile ihrer Blätter, der Organe nämlich, welche zur Aufsaugung und Assimilation der Kohlensäure bestimmt sind, so werden wir damit die Bedingungen der Amylon- und Zuckerbildung erfüllen.

Der Saft aller an Zucker, an Amylon reichen Vegetabilien, der meisten Holzpflanzen ist reich an Kali oder an alkalischen Erden. Diese Alkalien und alkalischen Erden können nicht als zufällige Bestandtheile angesehen werden, wir müssen voraussetzen, daß sie zu gewissen Zwecken in dem Organismus der Pflanze dienen, daß sie zur Bildung gewisser Verbindungen durchaus nothwendig sind. Es ist erwähnt worden, daß sie in den Pflanzen mit organischen Säuren verbunden sind, welche einzelne Pflanzengattungen insofern charakterisiren, als sie niemals darin fehlen. Die organischen Säuren selbst müssen in dem Organismus der Pflanze gewisse Lebensfunctionen vermitteln. Wenn man sich nun erinnert, daß die unreifen Früchte, die Weintrauben z. B., des großen Säuregehaltes wegen, nicht genießbar sind, daß diese Früchte im Sonnenlichte sich ganz so verhalten wie die Blätter, insofern sie nämlich das Vermögen besitzen, Kohlensäure aufzunehmen und Sauerstoff auszugeben (de Saussure),

daß mit der Abnahme der Säure die Zunahme an Zucker erfolgt, so läßt sich kaum der Gedanke zurückweisen, daß der Kohlenstoff der organischen Säure in der unreifen Frucht zu einem Bestandtheile des Zuckers in der gereiften wird, daß also durch ein Austreten von Sauerstoff unter Hinzutreten der Bestandtheile des Wassers die Säure übergeht in Zucker.

Die Weinsäure in den Weintrauben, die Citronensäure in den Kirschen und Johannisbeeren, die Aepfelsäure in den Sommeräpfeln, welche auf den Bäumen reifen, wären hiernach in gewissen Pflanzen die Zwischenglieder des Ueberganges der Kohlensäure in Zucker, beim Mangel an der geeigneten Temperatur und der Einwirkung des Sonnenlichtes würden sie die hierzu nöthigen Veränderungen nicht erleiden.

Wir sehen nun in den Früchten des Vogelbeerbaums auf die Weinsäure, die Aepfelsäure, auf die sauerstoffreichere Säure die an Sauerstoff ärmere folgen, wir sehen die Aepfelsäure in den Beeren nach und nach beinahe gänzlich verschwinden und finden an ihrer Stelle Gummi und Schleim, die vorher darin fehlten, und eben so viel Gründe, wie wir für den Uebergang des Kohlenstoffs der Weinsäure zu einem Bestandtheile der auf sie folgenden Aepfelsäure haben, an dem wohl schwerlich Jemand zweifelt, genau so viel haben wir für den Uebergang dieser Säuren in Zucker. Die Meinung, daß eine Pflanze Kohlensäure assimilire, daß diese Kohlensäure in ihrem Organismus die Form von Weinsäure, Traubensäure, Citronensäure lediglich deshalb annehmen soll, um als letzter Zweck wieder in Kohlensäure zurückverwandelt zu werden, diese Meinung kann vernünftigerweise nicht gehegt werden.

Wenn diese Ansicht in Beziehung auf den Antheil, den die organischen Säuren in gewissen Culturpflanzen an der Bildung des Zuckers nehmen, sich bestätigt, so muß sie für die

Bildung aller anderen ihm ähnlich zusammengesetzten stickstoff-freien Materien gleiche Geltung haben, die Bildung des Amylons, des Pectins und Gummis erfolgt also hiernach nicht unmittelbar, nicht sprungweise aus dem Kohlenstoffe der Kohlensäure und den Bestandtheilen des Wassers, sondern es findet ein allmäliger Uebergang Statt in Folge der Erzeugung von Verbindungen, die immer ärmer an Sauerstoff und immer reicher an Wasserstoff werden. Die Bildung des Terpentinöls kann ohne die Entstehung von analogen Zwischengliedern nicht gedacht werden.

Wenn aber die sauerstoffreichen organischen Verbindungen, die Säuren, die Entstehung der sauerstoffärmeren, des Zuckers des Amylons u. s. w. vermitteln, so ist klar, daß in den Culturpflanzen, in denen die Säuren nur selten frei, sondern meistens in der Form von Salzen vorhanden sind, die Alkalien und alkalischen Basen als die Bedingungen angesehen werden müssen zur Entstehung ihrer stickstofffreien Bestandtheile. Ohne die Gegenwart dieser Basen kann sich vielleicht eine organische Säure, allein ohne die Säure oder einen ihr ähnlich wirkenden Körper kann sich im Organismus dieser Pflanzen kein Zucker, kein Amylon, kein Gummi und Pectin bilden. In den Früchten und Samen, in welchen die organischen Säuren frei, d. h. nicht als Salze enthalten sind, wie die Citronensäure in den Citronen, die Oxalsäure in den Kichererbsen, bildet sich kein Zucker. Nur in den Pflanzen entsteht Zucker, Gummi, Amylon, in denen die Säuren sich vereinigt finden mit Basen, in welchen sich lösliche Salze dieser Basen befinden.

Gleichgültig, welchen Werth man dieser Ansicht über den Antheil, den die alkalischen Basen an dem Lebensprocesse der Vegetabilien nehmen, beilegen will, die bestimmte Thatsache,

daß in den sich entwickelnden jungen Trieben, Blättern und Knospen, in den Theilen der Pflanzen also, in welchen das Assimilationsvermögen in größter Intensität wahrgenommen wird, daß in diesen der Gehalt an alkalischen Basen am stärksten ist, daß die an Zucker und an Amylon reichsten Gewächse nicht minder ausgezeichnet sind durch ihren Gehalt an alkalischen Basen und organischen Säuren, diese Erfahrung kann dieser Vorstellung wegen für die Landwirthschaft ihre Bedeutung nicht verlieren.

Wenn wir Zucker und Amylon begleitet finden von Salzen, die durch organische Säuren gebildet sind, wenn die Erfahrung vorliegt, daß mit dem Mangel an den alkalischen Basen die ganze Entwickelung der Pflanze, die Bildung des Zuckers, Amylons, der Holzfaser eingeschränkt, daß mit ihrer Zufuhr ihr üppiges Gedeihen befördert wird, so ist klar, daß wir in der Cultur, wenn ein Maximum an Ertrag erzielt werden soll, bei allem Ueberflusse an Kohlensäure und Humus den vorgesetzten Zweck nicht erreichen, wenn wir die Alkalien als eine der Bedingungen des Uebergangs der Kohlensäure in Zucker und Amylon, gleichgültig in welcher Weise sie hierbei mitwirken, nicht in reichlicher Menge und in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande den Pflanzen darbieten.

Ein jeder Theil und Bestandtheil des Körpers stammt von den Pflanzen ab. Durch den Organismus der Pflanzen werden die Verbindungen gebildet, welche zur Blutbildung dienen, es kann keinem Zweifel unterliegen, daß in den zur Ernährung dienenden Theilen der Pflanzen nicht bloß ein oder zwei, sondern alle Bestandtheile des Blutes zugegen sein müssen.

Wir können uns nicht denken, daß in dem Körper eines Thieres Blut, in dem Körper einer Kuh Milch gebildet wer-

den kann, wenn in ihrer Nahrung ein einziger von den Bestandtheilen fehlt, welche als gleich nothwendige Bedingungen zur Unterhaltung aller Lebensfunctionen angesehen werden müssen.

Die schwefel- und stickstoffhaltigen Stoffe sowohl, wie die Alkalien und phosphorsauren Salze sind Blutbestandtheile, der Uebergang der ersteren in Blut kann nicht gedacht werden ohne die Gegenwart oder Mitwirkung der anderen.

Die Fähigkeit eines Pflanzentheils, das Leben eines Thieres zu erhalten, seine Blut- und Fleischmasse zu vermehren, steht hiernach in geradem Verhältnisse zu seinem Gehalte an den organischen Blutbestandtheilen und der zu ihrem Uebergange in Blut nothwendigen Menge an Alkalien, phosphorsauren Salzen und Chlormetallen (Kochsalz oder Chlorkalium).

Es ist gewiß in hohem Grade merkwürdig und für die Agricultur bedeutungsvoll, daß die schwefel- und stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe, die wir als organische Blutbestandtheile bezeichnet haben, in allen Pflanzentheilen, wo sie vorkommen, stets begleitet sind von phosphorsauren Salzen.

Der Saft der Kartoffeln, der Runkelrüben, enthält das vegetabilische Albumin, begleitet von Salzen mit alkalischen Basen und löslicher phosphorsaurer Bittererde, in den Samen der Erbsen, Linsen, Bohnen, dem Samen der Getreidearten haben wir phosphorsaure Alkalien und Erdsalze.

Die Samen und Früchte, welche am reichsten sind an den organischen Blutbestandtheilen, enthalten auch die anorganischen, die phosphorsauren Salze, in überwiegender Menge, und in den anderen, wie in Kartoffeln und Wurzelgewächsen, die verhältnißmäßig so arm sind an den ersteren, sind auch die anderen in weit geringerer Menge zugegen.

Das gleichzeitige Vorkommen beider Klassen von Verbindungen ist so constant, daß ein inniger Zusammenhang nicht verkannt werden kann. Es ist außerordentlich wahrscheinlich, daß die Entstehung und Bildung der organischen Blutbestandtheile in dem Organismus der Pflanze auf's engste an die Gegenwart der phosphorsauren Salze geknüpft ist.

Wir müssen voraussetzen, daß auch mit der reichlichsten Zufuhr an Kohlensäure, Ammoniak und der schwefelsauren Salze, welche den Schwefel liefern, die organischen Blutbestandtheile sich in der zu ihrem Uebergange in Blut geeigneten Form nicht bilden werden, wenn es an Alkalien und phosphorsauren Salzen fehlt, die wir als constante Begleiter derselben finden.

Aber auch angenommen, die organischen Blutbestandtheile seien in dem Organismus der Pflanze ohne Mitwirkung dieser Materien erzeugbar, so würden sie im Körper des Thieres weder in Blut, noch in Fleisch überzugehen vermögen, wenn die mineralischen Blutbestandtheile in dem Pflanzentheile fehlen, der zur Nahrung gegeben wird.

Von allen theoretischen Betrachtungen abgesehen, muß der rationelle Landwirth also in Beziehung auf den Zweck, den er zu erreichen strebt, genau so verfahren, wie wenn von der Gegenwart der unorganischen Blutbestandtheile (der phosphorsauren Salze und der Alkalien) die Production der organischen abhängig wäre; er muß seinen Pflanzen alle zur Bildung der Blätter, Stengel und Samen nothwendigen Bestandtheile geben, und wenn er auf seinen Feldern ein Maximum von Blut und Fleisch erzielen will, so muß er diejenigen Bestandtheile derselben in reichlicherer Menge zuführen, welche die Atmosphäre nicht liefern kann *).

*) Die untenfolgenden Analysen geben Belege ab für die nahe Uebereinstimmung der Salze des Blutes und der Mineralbestand-

Amylon, Zucker, Gummi enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, sie finden sich nie mit Alkalien vereinigt, nur das Amylon (Stärkmehl) enthält Spuren von phosphorsauren Salzen. Wir können uns denken, daß in zwei Spielarten derselben Pflanze, bei Zufuhr einer gleichen Menge mineralischer Nahrungsstoffe, sich sehr ungleiche Mengen von Amylon oder Zucker bilden, daß wir von zwei gleichen Flächen auf völlig gleiche Weise vorbereitetes Land, von zwei Spielarten Gerste, von der einen die Hälfte mehr Samen, als von der anderen ernten, allein dieser Mehrertrag kann nur auf ihre stickstofffreien und nicht auf ihre schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile bezogen werden; für eine gleiche, dem

---

theile der Nahrung, welche die Thiere genießen. Die weißen Rüben, als ein vortreffliches Futter für die Schaafe bekannt, und das Schaafblut enthalten die nämlichen Mineralbestandtheile sehr nahe in demselben Verhältniß. Das Schweineblut enthält die Mineralbestandtheile der Erbsen, das Hühnerblut die der Getreidesamen. Die Salze von Fleisch überhaupt (von Gras- und Fleischfressern) sind identisch und entsprechen den Salzen der Getreidesamen.

Bestandtheile.	Asche von:				
	Schaafblut Dr. Verdeil.	Ochsenblut Dr. Stölzel.	Weißkraut Stammer.	Weiße Rüben Stammer.	Kartoffeln Dr. Griebenkerl.
Phosphorsäure	14,80	14,043	13,7	14,18	16,83
Alkalien	55,79	59,97	49,45	52,00	55,44
Alkal. Erden	4,87	3,64	14,08	13,58	6,74
Kohlensäure	19,47	18,85	12,42	8,03	12,00

Die Aschen sind in Procenten nach Abzug des Kochsalzes und Eisens berechnet, das an 100 Fehlende sind zufällige Bestandtheile, wie Schwefelsäure, Kieselerde rc.

Boden zugeführte und in die Pflanze übergegangene Menge der anorganischen Blutbestandtheile kann in den Samen nur eine ihnen entsprechende Menge der organischen gebildet werden, in der einen kann im Ganzen nicht mehr davon als in der anderen vorhanden sein.

Nur wenn die eine Pflanze in der gegebenen Zeit weniger Stickstoff zugeführt erhält, wird sich eine Verschiedenheit herausstellen; beim Mangel an Ammoniak wird eine entsprechende Menge der anorganischen Blutbestandtheile keine Verwendung finden.

Bestandtheile.	Asche von:		
	Hundeblut [1]) Dr. Verdeil.	Ochsenfleisch Dr. Stölzel.	Schweineblut [2]) Dr. Strecker.
Phosphorsäure . .	36,82	42,03	36,5
Alkalien	55,24	43,95	49,8
Alkalische Erden .	2,07	6,17	3,8
Kieselerde . . . / Schwefelsäure . .	5,87	7,86	9,9

[1]) Nahrung mit Fleisch. — [2]) Mit Erbsen und Kartoffeln.

Bestandtheile.	Asche von:		
	Erbsen Will, Fresenius.	Hühnerblut Dr. Henneberg.	Roggen Will, Fresenius.
Phosphorsäure . .	34,01	47,26	47,29
Alkalien	45,52	48,41	37,21
Alkalische Erden .	9,61	2,22	11,60
Kieselerde . . . / Schwefelsäure . .	10,86	2,11	3,90

Von zwei verschiedenen Pflanzengattungen, die wir auf einem Felde von gleicher Beschaffenheit cultiviren, wird diejenige dem Boden die größte Menge anorganischer Blutbestandtheile (phosphorsaure Salze) entziehen, in deren Organismus die größte Menge an organischen Blutbestandtheilen (schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen) erzeugt wird.

Die eine Pflanze wird den Boden daran erschöpfen, während er unter gleichen Bedingungen bei dem Anbau der anderen, die ihm eine kleinere Menge phosphorsaurer Salze entzog, für eine dritte Pflanzengattung noch fruchtbar bleibt.

Daher kommt es denn, daß mit der Ausbildung gewisser Pflanzentheile, welche, wie die Samen, alle anderen in ihrem Gehalte an organischen Blutbestandtheilen bei weitem übertreffen, der Boden zu dieser Zeit weit mehr an phosphorsauren Salzen abgeben muß und daran erschöpft wird, als in der Cultur der krautartigen Pflanzen, oder von Knollen- und Wurzelgewächsen, die verhältnißmäßig zu ihrer Masse sehr wenig davon enthalten und in den verschiedenen Perioden ihres Wachsthums bedürfen.

Es ist ferner klar, daß zwei Pflanzen, die in gleichen Zeiten einerlei Mengen der nämlichen Bestandtheile bedürfen, wenn sie neben einander auf dem nämlichen Boden wachsen, sich in die Bestandtheile des Bodens theilen werden. Was die eine davon in ihren Organismus aufnimmt, kann von der anderen nicht verwendet werden.

Enthält der Boden auf einem begrenzten Raume (Oberfläche und Tiefe) nicht mehr an diesen anorganischen Nahrungsstoffen, als zehn Pflanzen zu ihrer vollkommenen Entwickelung bedürfen, so werden zwanzig derselben Pflanzen, auf der nämlichen Oberfläche gebaut, nur ihre halbe Ausbildung erreichen; in der Anzahl ihrer Blätter, Stärke der Halme und Anzahl der Körner muß sich ein Unterschied ergeben.

Zwei Pflanzen derselben Art müssen sich gegenseitig schaden, wenn sie, in einer gewissen Nähe wachsend, weniger von den ihnen nothwendigen Nahrungsstoffen im Boden oder in der Atmosphäre, die sie umgiebt, vorfinden, als sie zu ihrer vollendeten Ausbildung bedürfen. Keine Pflanze wirkt in dieser Weise nachtheiliger auf eine Weizenpflanze als eine zweite Weizenpflanze, keine mehr auf eine Kartoffelpflanze als eine Kartoffelpflanze. Wir finden in der That, daß die Culturpflanzen an dem Rande der Aecker an Stärke, an Anzahl und Reichhaltigkeit der Samen und Knollen die in der Mitte wachsenden bei weitem übertreffen.

Derselbe Fall muß sich aber in ganz gleicher Weise wiederholen, wenn wir die nämliche Pflanze, anstatt neben einander, mehrere Jahre hinter einander auf demselben Boden cultiviren. Nehmen wir an, der Boden enthalte eine für 100 Mittel-Ernten Weizen genügende Menge von kieselsauren und phosphorsauren Salzen, so wird er nach 100 Jahren im landwirthschaftlichen Sinne unfruchtbar für diese Pflanzengattung sein. Denken wir uns den Untergrund dieses Feldes von derselben Beschaffenheit wie die Ackerkrume, und diese bis zu der Tiefe hinweggenommen, in welcher die Pflanzen der früheren Ernten wurzelten, machen wir den Untergrund zur Ackerkrume, so haben wir eine neue Oberfläche, die, weit weniger erschöpft, uns wieder eine Reihe von Ernten verbürgt; allein auch dieser Zustand der Fruchtbarkeit hat eine Grenze.

Je weniger reich der Boden an diesen, den Pflanzen so unentbehrlichen mineralischen Nahrungsstoffen ist, desto früher wird durch die Cultur und Hinwegnahme der Ernten der Zeitpunkt der Erschöpfung eintreten; es ist aber klar, daß wir ihn in den ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurückversetzen, wenn wir die frühere Zusammensetzung wieder

herstellen, wenn wir ihm also die Bestandtheile wiedergeben, die wir in den Pflanzen geerntet und hinweggenommen hatten.

Zwei Pflanzen werden neben oder hinter einander cultivirt werden können, wenn sie ungleiche Mengen der nämlichen Bestandtheile in ungleichen Zeiten bedürfen, sie werden sich nicht einander schaden und auf's üppigste neben einander gedeihen, wenn sie zu ihrer Entwickelung verschiedenartiger Bodenbestandtheile bedürfen.

Die Versuche von de Saussure und vielen anderen Naturforschern haben dargethan, daß die Samen von Vicia Faba, von Phaseolus vulgaris, von Erbsen und Gartenkresse (Lepidium sativum) in feuchtem Sande, in feuchterhaltenen Pferdehaaren keimen und bis zu einem gewissen Grade sich entwickeln; wenn aber die in den Samen enthaltenen Mineralsubstanzen zur weiteren Ausbildung nicht mehr hinreichen, so fangen sie an zu schmachten, sie blühen zuweilen, setzen aber niemals Samen an.

Wiegmann und Polstorf ließen in einem weißen, mit Königswasser ausgekochten und von der Säure durch sorgfältiges Waschen befreiten Sande *) Pflanzen verschiedener Gattungen vegetiren; Gerste und Hafer, die in diesem Sande wuchsen, erreichten bei gehöriger Befeuchtung mit ammoniakfreiem Wasser eine Höhe von $1^1/_2$ Fuß, sie kamen zur Blüthe, setzten aber keinen Samen an und welkten nach der Blüthe ab. Vicia sativa erreichte eine Höhe von 10 Zoll, blühte, setzte Schoten an, allein sie enthielten keinen Samen.

Tabak, in diesen Sand gesäet, entwickelte sich ganz normal, allein vom Junius bis October erreichten die Pflänzchen nur die Höhe von 5 Zoll; sie enthielten nur vier Blätter, keinen Stengel.

Es ergab sich aus der Untersuchung der Asche dieser

Pflanzen, so wie aus der Analyse der Samen, daß der an sich so unfruchtbare Sand, so wenig er auch an Kali und löslichen Bestandtheilen enthielt, nichts desto weniger eine gewisse Menge davon an sie abgegeben hatte, von denen die Entwickelung der Halme und Blätter abhängig war, allein diese Pflanzen konnten nicht zum Samentragen kommen, weil es offenbar an den zur Bildung der Samenbestandtheile nöthigen Stoffen gänzlich fehlte.

In der Asche der in diesem Sande gewachsenen Pflanzen ließ sich in den meisten die Gegenwart von Phosphorsäure nachweisen, allein sie entsprach nur der Menge derselben, welche dem Boden in dem Samen zugeführt worden war. In der Asche der Tabakspflanze, deren Samen bekanntlich so klein sind daß ihr Phosphorsäure-Gehalt für die Aufsuchung verschwindet, ließ sich keine Spur davon entdecken.

Was die Theorie in Hinsicht auf die Ursache der Unfruchtbarkeit dieses Sandes mit Bestimmtheit vorhersagte, ist durch Wiegmann und Polstorf zur Evidenz dargethan worden. Sie nahmen den nämlichen Sand und bereiteten sich durch Zusatz von lauter künstlich in einem Laboratorium bereiteten Salzen einen künstlichen Boden damit (siehe Anhang), sie säeten in diesen Boden die nämlichen Pflanzen und sahen sie darin auf's üppigste gedeihen. Der Tabak bekam einen über drei Fuß hohen Stengel und viele Blätter, am 25. Junius fing er an zu blühen und setzte gegen den 10. August Samen an, von denen am 8. September reife Samenkapseln mit vollkommenen Samen genommen wurden.

In einer ganz gleichen Weise entwickelte sich die Gerste, der Hafer, das Heidekorn, der Klee, sie alle wuchsen freudig, blühten und lieferten reifen und vollkommenen Samen.

Es ist vollkommen gewiß, daß das Gedeihen dieser Ge-

wächse in dem vorher ganz unfruchtbaren Sande abhängig war von den zugesetzten Salzen; die für alle gleiche Fruchtbarkeit wurde diesem künstlichen Boden gegeben durch den Zusatz gewisser Substanzen, deren Gegenwart sich in der ausgebildeten Pflanze, in dem Stengel, den Blättern, den Samen nachweisen läßt, deren Vorhandensein im Boden und in den Gewächsen ihre Nothwendigkeit für das Leben der Pflanze außer Zweifel setzt,

Wir sind also im Stande, den unfruchtbarsten Boden in den Zustand der größten Fruchtbarkeit für jede Pflanzengattung zu versetzen, wenn wir ihm die Bestandtheile geben, welcher sie zu ihrer Entwickelung bedürfen. Es würde zwar weder die Arbeit noch die Kosten lohnen, einen völlig unfruchtbaren Sand nach diesen Principien fruchtbar zu machen, allein auf unsere gewöhnlichen Ackererden angewandt, die an sich schon viele dieser Bestandtheile enthalten, genügt es, die fehlenden zu ersetzen, diejenigen zu vermehren, welche in zu kleiner Menge vorhanden sind, und dem Boden durch die Kunst des Ackerbaues die physikalische Beschaffenheit zu geben, welche ihn für Feuchtigkeit und Luft zugänglich machen und den Pflanzen gestatten, sich diese Bodenbestandtheile anzueignen.

Die verschiedenen Pflanzengattungen bedürfen zu ihrem Wachsthum und ihrer vollkommenen Ausbildung entweder der nämlichen anorganischen Nahrungsstoffe, aber in ungleicher Menge oder in ungleichen Zeiten, oder sie bedürfen verschiedener Mineralsubstanzen. Auf der Verschiedenheit der zu ihrer Entwickelung nöthigen Nahrungsstoffe, welche der Boden darbieten muß, beruht es, daß manche Pflanzengattungen neben einander wachsend, sich gegenseitig in ihrer Entwickelung hemmen, daß andere hingegen üppig neben einander gedeihen.

Vergleichen wir in der That die Bestandtheile der Asche der nämlichen Pflanze, die auf verschiedenem Boden sich entwickelt hat, so finden wir nur sehr geringe Verschiedenheiten in ihrer Zusammensetzung. In dem Stroh der Gramineen haben wir als nie wechselnden Bestandtheil Kieselsäure und Kali, in ihrem Samen phosphorsaures Kali und phosphorsauren Kalk und Bittererde. In dem Erbsenstroh, in dem Klee findet sich eine reichliche Menge Kalk. Wir wissen ferner, daß in gewissen Pflanzengattungen das Kali durch Kalk, der Kalk vertreten werden kann durch Bittererde.

Aus den Untersuchungen Boussingault's (Annal. de chim. et de phys. 3. Serie T. I. p. 242) geht ferner hervor, daß auf einer gleichen Fläche (4 Morgen) des nämlichen Feldes einmal gedüngt, in 5 hinter einander folgenden Ernten dem Boden entzogen werden:

Jahr.		Bodenbestandtheile.
1.	Von einer Ernte Kartoffeln (Knollen ohne Kraut)	246,8 Pfd.
2.	» » » Weizen (Stroh und Korn) . . .	371,0 »
3.	» » » Klee	620,0 »
4.	» » » Weizen*)	488,0 »
	» » » Brachrüben	108,8 »
5.	» » » Hafer (Korn und Stroh)	215,0 »

	Bodenbestandtheile.
Durch eine Ernte Runkelrüben**) (Wurzeln ohne Blätter)	399,6 Pfd.
» » » Erbsen (Korn und Stroh) . . .	618,0 »
» » » Roggen » » » . . .	284,6 »
Topinambour (Hel. tuberosus)	660,0 »

*) In einer zweiten und dritten Fruchtfolge.

**) In der oben angeführten fünfjährigen Fruchtfolge findet sich Weizen zweimal aufgeführt, in dem zweiten Jahre wurden durch eine Ernte

Aus diesen Zahlen, welche die Quantitäten von anorganischen Substanzen ausdrücken, die von verschiedenen Pflanzen dem nämlichen Boden entzogen werden, die wir also in der Ernte hinwegnehmen, ergiebt sich, daß verschiedene Pflanzen ungleiche Gewichte dieser Bodenbestandtheile in ihren Organismus aufnehmen.

Die nähere Betrachtung ihrer Aschenbestandtheile zeigt ferner, daß sie in Beziehung auf ihre Qualität wesentlich von einander abweichen.

Die Runkelrüben, Kartoffeln und weißen Rüben hinterlassen, im trocknen Zustande verbrannt, von tausend Theilen 90 Theile Asche, welche leicht schmelzbar ist und eine große Menge kohlensaures Kali und Salze mit alkalischen Basen enthält. Von diesen 90 Theilen lösen sich 75 Theile in kaltem Wasser.

Zweitausend Theile trocknes Farrenkraut geben ebenfalls 90 Theile Asche, aber von diesen 90 Theilen lös't sich nichts oder nur eine Spur im Wasser (Berthier).

In einer ähnlichen Weise verhält sich die Asche von Weizenstroh, von Gersten-, von Erbsen-, Bohnenstroh, des Tabaks ꝛc. Von gleichen Gewichten ihrer Asche lösen sich sehr ungleiche Mengen ihrer Bestandtheile im Wasser. Es giebt Aschen, die ganz, es giebt andere, die nur zur Hälfte im Wasser löslich sind, es giebt wieder andere Pflanzenaschen, welche nur Spuren im Wasser löslicher Bestandtheile enthalten.

Weizen dem Boden 371 Pfund, in dem vierten Jahre 458 Pfund anorganische Stoffe entzogen. Diese Differenz liegt in der ungleichen Menge von Stroh und Korn, die in diesen beiden Jahren geerntet wurden. In dem einen Jahre betrug das Gewicht des Strohes und Korns zusammengenommen 8790 Pfund, in dem anderen hingegen 10858. Das relative Verhältniß ihrer Asche ist ganz dasselbe wie diese Zahlen.

Wenn wir die im Wasser unlöslichen Theile der Aschen mit einer Säure übergießen, mit Salzsäure z. B., so finden wir, daß von vielen Pflanzen der Rückstand, den das Wasser läßt, vollkommen in Säuren löslich ist (Runkelrüben, Kartoffeln, weiße Rüben), daß von anderen dieser Rückstände die eine Hälfte von der Säure gelös't wird, während die andere widersteht, daß von wieder anderen nur ein Drittel oder noch weniger von der Säure aufgenommen wird.

Die in kaltem Wasser löslichen Bestandtheile der Pflanzenaschen bestehen ohne Ausnahme aus Salzen mit alkalischen Basen (Kali, Natron). Die in Säuren löslichen Bestandtheile sind Kalk und Bittererdesalze, der in Säuren unlösliche Rückstand ist Kieselerde.

Nach dem ungleichen Gehalte an diesen in ihrem Verhalten gegen Wasser und Säuren so verschiedenen Bestandtheilen lassen sich die Culturpflanzen eintheilen in Kalipflanzen, welche mehr als die Hälfte ihres Gewichtes an löslichen alkalischen Salzen enthalten, in Kalkpflanzen, in denen die Kalksalze, und in Kieselpflanzen, in welchen die Kieselerde vorwaltet. Es sind dies gerade die Bestandtheile, deren sie zu ihrer Entwickelung in reichlichster Menge bedürfen, und durch die sie sich wesentlich von einander unterscheiden.

Zu den Kalipflanzen gehören die Chenopodien, die Melden, der Wermuth ꝛc., unter den Culturpflanzen die Runkelrübe, die weiße Rübe, der Mais. Zu den Kalkpflanzen die Flechten (welche oxalsauren Kalk enthalten), der Cactus (der krystallisirten weinsauren Kalk enthält), der Klee, die Bohnen, die Erbsen und der Tabak.

Zu den Kieselpflanzen der Weizen, der Hafer, der Roggen, die Gerste.

		Kali und Natronsalze.	Kalk und Bittererdesalze.	Kieselerde.
Kieselpflanzen.	Haferstroh mit Samen*)	34,00	4,00	62,00
	Weizenstroh **)	22,00	7,20	61,05
	Gerstenstroh mit Samen *)	19,00	25,70	55,03
	Roggenstroh ***) . . .	18,65	16,52	63,89
Kalkpflanzen.	Tabak, havanna †) . .	24,34	67,44	8,30
	» deutscher †) . .	23,07	62,23	15,25
	» im künstlichen Boden ††) . .	29,00	59,00	12,00
	Erbsenstroh †).	27,82	63,74	7,81
	Kartoffelkraut †††) . .	4,20	59,40	36,40
	Wiesenklee ††).	39,20	56,00	4,90
Kalipflanzen.	Maisstroh †*)	71,00	6,50	18,00
	Weiße Rüben	81,60	18,40	
	Runkelrüben †**) . . .	88,00	12,00	
	Kartoffelknollen †**) . .	85,81	14,19	
	Helianthus tuberosus †***)	84,30	15,70	

Diese Eintheilung bietet, wie sich von selbst versteht, keine scharfen Grenzen dar, es ließen sich eine große Anzahl Unterabtheilungen machen, für Pflanzen namentlich, in denen die Alkalien ersetzbar sind durch Kalk und Bittererde. So weit unsere Erfahrungen reichen, findet in unseren Culturpflanzen nur höchst selten ein Ersatz von Kali durch Natron Statt, aber ein Ersatz des Kalis durch Kalk ist bei Tabak und der Weinpflanze beobachtet worden.

*) Wiegmann und Polstorf. **) de Saussure. ***) Fresenius. †) Hertwig. ††) Wiegmann und Polstorf. †††) Berthier und Braconnot. †*) de Saussure. †**) Hruschauer. †***) Braconnot.

So gehört die Kartoffelpflanze in Hinsicht auf die Bestandtheile ihrer Blätter zu den Kalkpflanzen, in Beziehung auf die der Knollen (welche nur unbestimmte Spuren von Kalk enthalten) zu den Kalipflanzen.

Bei den Kieselpflanzen sind diese Unterschiede ganz besonders wahrnehmbar.

Man sieht leicht, daß, verglichen mit dem Hafer und dem Weizen, in Beziehung auf die in Salzsäure löslichen Bestandtheile, die Gerste zu den Kalkpflanzen gehört, während sie nach ihrem Kieselerdegehalte den Kieselpflanzen zugerechnet werden muß. So enthält die Runkelrübe phosphorsaure Bittererde und nur Spuren von Kalk, die weiße Rübe phosphorsauren Kalk und nur Spuren von Bittererde.

Aus der Menge der Asche und ihrer bekannten Zusammensetzung läßt sich mit Leichtigkeit berechnen, an welchen Bestandtheilen und in welchem Grade die einzelnen Pflanzengattungen, die Kieselpflanzen, Kalk- und Kalipflanzen den Boden erschöpfen.

Das folgende Beispiel wird dies anschaulich machen.

In einer Ernte werden dem Boden (1 Hectare) entzogen durch:

			Salze mit alkalischen Basen. Pfd.	Kalk-, Bittererde-, Eisenoxydsalze.	Pfd.	Kieselerde. Pfd.
Weizen	im Stroh	95,31	130,51	34,75	67,55	260,05
	im Korn	35,20		32,80		
Erbsen	im Stroh	154,40	198,42	354,80	371,48	46,60
	im Korn	44,02		16,68		
Roggen	im Stroh	40,73	82,78	36,00	57,82	139,77
	im Korn	42,05		21,82		
Runkelrüben ohne Blätter			361,00	—	37,84	—
Helianthus tuberosus			556,00	—	104,00	—

An phosphorsauren Salzen wurden dieser Fläche durch diese Ernten entzogen*):

Erbsen**).	Weizen.	Roggen.	Topinambour.
117	112,43	77,05	122

---

*) In diesen Zahlen hat man kein genaues, aber ein annäherndes Verhältniß der Bodenbestandtheile, die in verschiedenen Ernten hinweggenommen werden. Die Analysen der Aschen sind soweit benutzt worden, als sie bis dahin gemacht und bekannt waren. Die des Weizensamens und Strohs ist von de Saussure, die des Erbsenstrohes von Hertwig, die der Erbsen von Dr. Will, die der Asche des Roggenstrohes und Samens von Dr. Fresenius, der Runkelrüben von Hruschauer, des Helianthus tub. von Braconnot. Genaue und zuverlässige Zahlen werden nur dann erhalten werden, wenn von einer gegebenen Oberfläche der Aschengehalt der darauf gewonnenen Frucht bestimmt, und diese Asche selbst der Analyse unterworfen wird, also nicht, wie in dem Obigen, wo die Analyse sich auf die Asche einer Pflanze bezieht, die in einer anderen Gegend und auf einem anderen Boden und unter anderen Verhältnissen gewonnen wurde. So z. B. erhielt Boussingault vom Erbsenstroh (stark gedüngt) 11,2 Proc. Asche, de Saussure nur 8 Proc. (mit Samen) und Hertwig nur 5 Proc. Diese Zahlen ändern die absolute Menge, aber auf die relativen Verhältnisse haben sie wenig oder keinen Einfluß.

Die Aschen-Analysen von Sprengel konnten nicht benutzt werden, weil sie durchweg falsch sind und nicht das geringste Vertrauen verdienen. So z. B. besteht die Asche der Samen von Weizen, von Erbsen, Saubohnen, Roggen rc. aus phosphorsauren Salzen ohne alle Beimischung von kohlensauren, diese Aschen enthalten keine Kieselsäure. Sprengel findet in den Erbsen 18 Proc., im Roggen 15 Proc. Kieselerde. Die Asche des Roggensamens enthält 48 Proc., die der Erbsen 34,23 Proc. wasserfreie Phosphorsäure, er giebt in den Erbsen 4 Proc., in dem Roggen 8 Proc. Phosphorsäure an. Bemerkenswerth ist, daß in der Erbsenasche alle Basen als dreibasisch phosphorsaure Salze, in der Asche des Roggens und Weizens als zweibasische enthalten sind.

**) Stark gedüngt.

Nach dem Vorhergegangenen empfingen die Pflanzen von dem Boden, auf dem sie zur vollkommenen Entwickelung, zur Blüthe und Fruchtbildung gelangten, gewisse Bestandtheile; in reinem Wasser, in reiner Kieselerde, oder in einem Boden, in welchem diese Bestandtheile fehlen, sehen wir die Entwickelung der Pflanzen in eine sehr enge Grenze eingeschlossen; fehlt die Zufuhr von Alkalien, von Kalk und Bittererde, so wird nur eine der in dem Samen als Vorrath dieser Substanzen entsprechende Menge Halme, Blätter, Blüthen gebildet werden. Fehlt es an phosphorsauren Salzen, so bildet sich der Samen nicht aus.

Je rascher sich die Pflanze entwickelt, je schneller ihre Blätter an Anzahl und Größe zunehmen, desto größer muß in einer gegebenen Zeit die Zufuhr an alkalischen Basen sein.

Es ist klar, wenn alle Pflanzen ohne Unterschied dem Boden gewisse Pflanzentheile entziehen, so kann keine ihn verbessern oder reicher und fruchtbarer für eine andere Pflanzengattung machen. Wenn wir in Gegenden, auf denen seit undenklichen Zeiten die Vegetation nicht gewechselt hat, den Wald in Culturland verwandeln, wenn wir die Asche der gefällten Bäume und Sträucher auf dem Felde vertheilen, so haben wir dem im Boden vorhandenen einen neuen Vorrath von alkalischen Basen, von phosphorsauren Salzen hinzugefügt, welcher für hundert und mehr Ernten gewisser Gewächse hinreicht.

Enthält dieser Boden leichtverwitterbare Silicate, so haben wir darin lösliches kieselsaures Kali oder Natron, welche der Halm der Kieselpflanzen zu seiner Ausbildung nöthig hat; mit den vorhandenen phosphorsauren Salzen haben wir auf einem solchen Boden alle Bedingungen, um eine Reihe von Jahren hindurch ununterbrochen Getreide darauf zu erzielen.

Fehlt es diesem Boden an diesen Silicaten, oder enthält er nur begrenzte Mengen davon, enthält er hingegen eine reichliche Menge Kalk- und phosphorsaure Salze, so werden wir eine Anzahl von Jahren hindurch Klee, Tabak, Erbsen, Bohnen rc. und Wein davon ernten können.

Empfängt der Boden von allen diesen Stoffen, die er an die Pflanzen abgegeben hat, nichts zurück, so muß ein Zeitpunkt eintreten, wo er an eine neue Vegetation keinen dieser Bestandtheile mehr abgeben kann, wo er völlig erschöpft, völlig unfruchtbar selbst für Unkrautpflanzen werden muß.

Je nach dem ungleichen Gehalte an diesen verschiedenen Substanzen wird dieser Zustand der Unfruchtbarkeit für die eine Pflanzengattung früher eintreten als für die andere. Ist der Boden reich an Silicaten, aber arm an phosphorsauren Salzen, so wird er durch den Anbau von Weizen früher erschöpft werden als durch Roggen, eben weil wir in einer Weizenernte mehr phosphorsaure Salze im Samen und im Stroh hinwegnehmen als in einer Roggenernte *). Fehlt es diesem Boden an Kalk, so wird die Gerste nur unvollkommen darauf gedeihen.

Es ist der Mangel an diesen zur Samenbildung unentbehrlichen Salzen, welcher verursacht, daß wir, bei allem Ueberflusse an kieselsauren Salzen, in dem einen Jahre das neunfache, in den darauf folgenden vielleicht nur das dreifache oder doppelte Korn von Weizen auf demselben Boden ernten können.

Cultiviren wir auf einem Felde Erbsen oder Bohnen,

---

*) Das Gewicht der Asche einer Ernte Weizensamen verhält sich zu dem einer Ernte Roggen wie 20 : 16, die darin enthaltenen phosphorsauren Salze wie 18 : 13; die phosphorsauren Salze im Stroh ungerechnet.

so werden diese nach der Ernte Kieselerde im löslichen Zustande genug für eine darauf folgende Weizenernte zurücklassen, allein diese Pflanzen werden ihn an phosphorsauren Salzen so stark erschöpfen, wie der Weizen selbst, weil die Samen beider zu ihrer Ausbildung einer nahe gleichen Menge davon bedürfen.

Durch den Wechsel der Halmgewächse mit Kartoffeln oder Klee, mit Pflanzen also, deren Samen sehr klein sind und verhältnißmäßig nur wenig phosphorsaure Salze enthalten, deren Knollen und Blätter in den verschiedenen Perioden ihres Wachsthums weniger davon wie die Weizenpflanze zu ihrer Ausbildung bedürfen, werden wir in Stand gesetzt, eine größere Summe von Nahrungsstoffen auf einem und demselben Felde zu ernten, aber eine jede derselben hat ihn um eine gewisse Menge phosphorsaurer Salze ärmer gemacht; wir haben durch den Wechsel mit anderen Gewächsen den Zeitpunkt der Erschöpfung weiter hinausgeschoben, wir haben dem Gewichte nach mehr Zucker, Amylon ꝛc. geerntet, aber an Blutbestandtheilen nicht gewonnen. Ist der Boden arm an Kalksalzen, so werden unter sonst gleichen Bedingungen der Tabak, der Klee und die Erbsen nicht gedeihen, ohne daß das Wachsthum der Runkelrübe oder weißen Rübe, vorausgesetzt, daß es an Alkalien nicht fehlt, dadurch beeinträchtigt wird.

Wenn auf einem Boden, welcher schwer oder langsam verwitternde Silicate enthält, in seinem natürlichen Zustande durch den Einfluß der Atmosphäre erst in drei oder vier Jahren so viel Kieselsäure zur Aufschließung gelangt, als für eine Weizenernte hinreicht, so wird man, vorausgesetzt, daß es an den zur Samenbildung nöthigen phosphorsauren Salzen nicht fehlt, erst von drei zu drei Jahren Weizen auf diesem Felde bauen können. Wir können diesen Zwischenraum abkürzen,

die Verwitterung beschleunigen und einen größeren Vorrath von löslichen kieselsauren Salzen schaffen, wenn wir durch die mechanische Bearbeitung die Oberfläche des Bodens vergrößern und ihn der Luft und Feuchtigkeit zugänglicher machen, oder wenn wir durch Anwendung von gebranntem Kalk die Zersetzung des Silicates befördern, es ist aber gewiß, daß durch alle diese Mittel, wenn sie auch eine Zeitlang uns reichere Ernten sichern, der Boden um so früher seine natürliche Fruchtbarkeit verlieren muß.

Ist das Verhältniß von dem in drei oder vier Jahren aufgeschlossenen Alkali und Kieselerde nur für eine einzige Ernte Weizen hinreichend, ist also nicht mehr Alkali in Freiheit gesetzt und verwendbar geworden, so können wir in der Zwischenzeit ohne Nachtheil für die Weizenernte auf dem nämlichen Boden keine anderen Pflanzen cultiviren, denn dasjenige Alkali, was diese letztere nöthig hat zu ihrer eigenen Entwickelung, kann zum Nutzen der Weizenpflanze nicht verwendet werden.

Aus dem bekannten Verhältnisse von Alkali und Kieselerde, welche in der Verwitterung der Silicate bei ihrem Uebergange in Thon und bei der Aufschließung des Thons *) in Freiheit gesetzt worden, ergiebt sich, daß für eine gegebene Menge der löslich gewordenen Kieselerde der Boden eine weit größere Menge Alkali im löslichen Zustande empfängt, als dem Verhältnisse entspricht, in welchem beide in dem Stroh der Getreidepflanzen enthalten sind.

---

*) Mit jedem Aequivalente Kali, was sich von den Bestandtheilen eines Aequivalents Feldspath trennt, wird 1 Aeq. Kieselerde in Freiheit gesetzt. In dem Weizenstroh, Haferstroh und Roggenstroh sind auf 10 Aeq. Kieselerde nur 1 Aeq., höchstens 2, an Alkalien enthalten.

In der Zeit der Brache, die wir in letzterem Falle zwischen je zwei Weizenernten legen müssen, können wir deshalb den Ueberschuß der Alkalien zur Cultur einer anderen Pflanze verwenden, welche Salze mit alkalischer Basis, aber keiner Kieselerde im löslichen Zustande bedarf. Wir können Runkelrüben, ja Kartoffeln vor dem Weizen bauen, wenn das an Kieselerde reiche Kraut der letzteren dem Felde nicht genommen wird.

In dem Vorhergehenden haben wir die Aenderungen in der Beschaffenheit und Zusammensetzung in Betrachtung gezogen, welche ein Feld erleidet, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hindurch eine Reihenfolge von Culturgewächsen geerntet haben.

Wenn dieses Feld ein gehöriges Verhältniß von alkalischen Silicaten, Thon, Kalk und Bittererde enthält, so wird man darin einen verhältnißmäßig unerschöpflichen Vorrath von Alkalien, alkalischen Erden und Kieselerde haben, mit dem Unterschiede jedoch, daß derselbe nicht überall zu gleichen Zeiten verwendbar für die Pflanze ist. Wir können durch mechanische Bearbeitung, sowie durch chemische Mittel (Kalk u. s. w.) die Zeit verkürzen, in welcher dieser Vorrath eine zu den Lebensfunctionen der Pflanze geeignete Form erhält, allein diese Stoffe reichen nicht hin, um der Pflanze eine vollendete Entwickelung zu gestatten.

Wenn in demselben phosphorsaure und schwefelsaure Salze fehlen, so wird die Pflanze nicht zum Samentragen kommen, eben weil alle Samen ohne Unterschied Verbindungen enthalten, in denen Phosphorsäure sowie Schwefel nie fehlende Bestandtheile ausmachen.

Mit allem Ueberflusse an diesen anderen Bestandtheilen wird der Boden im landwirthschaftlichen Sinne unfrucht-

bar werden, wenn der Zeitpunkt eintritt, wo er an eine neue Vegetation keine hinreichende Menge von phosphor- und schwefelsauren Salzen mehr abgeben kann.

Wir müssen annehmen, daß zur Bildung der Halme, des Krautes, zur Fixirung des Kohlenstoffs, zur Erzeugung von Zucker, Amylon und Holzfaser eine gewisse Quantität Alkali (bei den Kalipflanzen), oder ein Aequivalent Kalk (bei den Kalkpflanzen) nöthig ist, allein wir müssen uns denken, daß mit aller Zufuhr an Ammoniak und Kohlensäure sich nur eine den phosphorsauren Salzen entsprechende Menge der sogenannten Blutbestandtheile in dem Organismus der Pflanze bilden kann. Die Erzeugung der stickstoff- und schwefelhaltigen Bestandtheile des Saftes steht mit ihrer Gegenwart in der engsten Beziehung.

Ein jeder Boden, auf welchem irgend eine Unkrautpflanze zur Entwickelung gelangt, ist für ein Culturgewächs fruchtbar, welches die nämlichen Bodenbestandtheile in einem ähnlichen Verhältniß wie die Unkrautpflanze zu seiner Entwickelung bedarf.

Ist die Asche der Unkrautpflanze reich an Alkali, und enthält der Boden, auf dem sie wächst, die für eine Kartoffelernte hinreichende Menge von phosphorsaurer Bittererde und phosphorsaurem Kalk, so liefert er vielleicht eine reiche Kartoffelernte, ohne deshalb reich genug daran für eine Weizenernte zu sein.

Aus diesen Betrachtungen ergiebt sich die große Wichtigkeit, die man in der Kunst des Ackerbaues den phosphorsauren Salzen beizulegen hat. Diese Salze finden sich stets nur in geringer Menge in der Ackererde, und um so größere Aufmerksamkeit muß darauf verwendet werden, um jeder Erschöpfung daran vorzubeugen.

Jedermann weiß, daß in dem begrenzten, wiewohl unge-

heuren Raume des Meeres ganze Welten von Pflanzen und Thieren aufeinander folgen; daß eine Generation dieser Thiere alle ihre Elemente von den Pflanzen erhält, daß die Bestandtheile ihrer Organe nach dem Tode des Thieres die ursprüngliche Form wieder annehmen, in welcher sie einer neuen Generation von Thieren zur Nahrung dienen.

Der Sauerstoff, den die Seethiere in ihrem Athmungsprocesse der daran so reichen, im Wasser gelös'ten Luft (sie enthält 32 bis 33 Volumprocent, die atmosphärische nur 21 Procent Sauerstoff) entziehen, er wird in dem Lebensprocesse der Seepflanzen dem Wasser wieder ersetzt; er tritt an die Producte der Fäulniß der gestorbenen Thierleiber, verwandelt ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser, während ihr Stickstoff die Form von Ammoniak wieder annimmt.

Wir beobachten, daß im Meere, ohne Hinzutritt oder Hinwegnahme eines Elementes, ein ewiger Kreislauf stattfindet, der nicht in seiner Dauer, wohl aber in seinem Umfange begrenzt ist, durch die in dem begrenzten Raume in endlicher Menge enthaltene Nahrung der Pflanze.

Wir wissen, daß bei den Seegewächsen von einer Zufuhr von Nahrung, von Humus durch die Wurzel nicht die Rede sein kann. Welche Nahrung kann in der That die faustdicke Wurzel des Riesentangs aus einem nackten Felsstücke ziehen, an dessen Oberfläche man nicht die kleinste Veränderung wahrnimmt, eine Pflanze, welche eine Höhe von 360 Fuß erreicht (Cook), von welcher ein Exemplar mit seinen Blättern und Zweigen tausende von Seethieren ernährt! Diese Pflanzen bedürfen offenbar nur einer Befestigung, eines Haltpunktes, was den Wechsel des Ortes hindert, oder eines Gegenstandes, wodurch ihr geringeres specifisches Gewicht ausgeglichen wird,

sie leben in einem Medium, was allen ihren Theilen die ihnen nöthige Nahrung zuführt; das Meerwasser enthält ja nicht allein Kohlensäure und Ammoniak, sondern auch die phosphorsauren und kohlensauren Alkalien und Erdsalze, welcher die Seepflanze zu ihrer Entwickelung bedarf, die wir als nie fehlende Bestandtheile in ihrer Asche finden.

Alle Erfahrungen geben zu erkennen, daß die Bedingungen, welche das Dasein und die Fortdauer der Seepflanzen sichern, die nämlichen sind, welche das Leben der Landpflanzen vermitteln.

Die Landpflanze lebt aber nicht, wie die Seepflanze, in einem Medium, was alle ihre Elemente enthält und jeden Theil ihrer Organe umgiebt, sondern sie ist auf zwei Medien angewiesen, von denen das eine, der Boden, die Bestandtheile enthält, die in dem anderen, der Atmosphäre, fehlen.

Wie ist es möglich, kann man fragen, daß man jemals über den Antheil, den der Boden, den seine Bestandtheile an dem Gedeihen der Pflanzenwelt nahmen, im Zweifel sein konnte? daß es eine Zeit gab, wo man die mineralischen Bestandtheile der Pflanze nicht als nothwendig und wesentlich betrachtete!

Auch an der Oberfläche der Erde hat man ja den nämlichen Kreislauf beobachtet, einen unaufhörlichen Wechsel, eine ewige Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts. Die Erfahrungen in der Agricultur geben zu erkennen, daß die Zunahme von Pflanzenstoff auf einer gegebenen Oberfläche wächst mit der Zufuhr von gewissen Stoffen, welche ursprünglich Bestandtheile der nämlichen Bodenoberfläche waren, die von der Pflanze daraus aufgenommen wurden; die Excremente der Menschen und Thiere stammen ja

von den Pflanzen, es sind ja gerade die Materien, welche in dem Lebensprocesse des Thieres oder nach seinem Tode die Form wieder erhalten, die sie als Bodenbestandtheile besaßen.

Wir wissen, daß die Atmosphäre keinen dieser Stoffe enthält, daß sie dieselben nicht ersetzt, wir wissen, daß ihre Hinwegnahme von dem Acker eine Ungleichheit der Production, einen Mangel an Fruchtbarkeit nach sich zieht, daß wir durch Hinzuführung dieser Stoffe die Fruchtbarkeit erhalten, daß wir sie vermehren können.

Kann nun nach so vielen, so schlagenden Beweisen über den Ursprung der Bestandtheile der Thiere und der Bestandtheile der Pflanzen, den Nutzen der Alkalien, der phosphorsauren Salze, des Kalks der kleinste Zweifel über die Principien herrschen, auf welchen die rationelle Agricultur beruht?

Beruht denn die Kunst des Ackerbaues auf etwas anderem als auf der Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichtes?

Ist es denkbar, daß ein reiches fruchtbares Land mit einem blühenden Handel, welches Jahrhunderte lang die Producte seines Bodens in der Form von Vieh und Getreide ausführt, seine Fruchtbarkeit behält, wenn der nämliche Handel ihm nicht die entzogenen Bestandtheile seiner Aecker, welche die Atmosphäre nicht ersetzen kann, in der Form von Dünger wieder zuführt! Muß nicht für dieses Land der nämliche Fall eintreten, wie für die einst so reichen fruchtbaren Gegenden Virginiens, in denen kein Weizen und kein Tabak mehr gebaut werden kann!

In Englands großen Städten werden die Producte der englischen und überdies noch fremden Agricultur verzehrt; die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile von einer ungeheuren Oberfläche kehren aber nicht auf die Aecker zurück. Einrichtungen, welche in der Sitte und Gewohnheit des Vol-

kes liegen und diesem Lande eigenthümlich sind, machen es schwierig, vielleicht unmöglich, die unermeßliche Menge der phosphorsauren Salze (der wichtigsten, wiewohl in dem Boden in kleinster Menge enthaltenen Mineralsubstanzen) zu sammeln, welche täglich in der Form von Urin und festen Excrementen den Flüssen zugeführt werden.

Wir sahen für die an phosphorsauren Salzen so erschöpften englischen Felder den merkwürdigen Fall eintreten, daß die Einfuhr von Knochen (phosphorsauren Kalkes) von dem Continente den Ertrag derselben wie durch einen Zauber um's Doppelte erhöhte.

Die Ausfuhr dieser Knochen muß aber, wenn sie in dem nämlichen Maßstabe fortdauern sollte, nach und nach den deutschen Boden erschöpfen; der Verlust ist um so größer, da ein einziges Pfund Knochen so viel Phosphorsäure wie ein halber Centner Getreide enthält.

Tausende von Centnern an phosphorsauren Salzen führt die Themse und die anderen Flüsse Großbritanniens jährlich dem Meere zu.

Tausende von Centnern der nämlichen Materien, welche aus dem Meere stammen, fließen jetzt in dem Guano jährlich in das Land wieder zurück.

Die unvollkommene Kenntniß von der Natur und den Eigenschaften der Materie gab in der alchemistischen Periode zu der Meinung Veranlassung, daß die Metalle, das Gold, sich aus einem Samen entwickelten. Man sah in den Krystallen und ihren Verästelungen die Blätter und Zweige der Metallpflanze, und alle Bestrebungen gingen dahin, um den Samen und die zu seiner Entwickelung geeignete Erde zu finden. Ohne einem gewöhnlichen Pflanzensamen scheinbar etwas zu geben, sah man ihn ja zu einem Halme, zu einem Stamme

sich entwickeln, welcher Blüthen und wieder Samen trug. Hatte man den Metallsamen, so durfte man ähnliche Hoffnungen hegen.

Diese Vorstellungen konnte nur eine Zeit gebären, wo man von der Atmosphäre so gut wie nichts wußte, wo man von dem Antheile, den die Erde, den die Luft an den Lebensprocessen in der Pflanze und dem Thiere nimmt, keine Ahnung hatte.

Die heutige Chemie stellt die Elemente des Wassers dar, sie setzt dieses Wasser mit allen seinen Eigenschaften aus diesen Elementen zusammen, aber sie kann diese Elemente nicht schaffen, sie kann sie nur aus dem Wasser gewinnen. Das neugebildete künstliche Wasser ist früher Wasser gewesen.

Viele unserer Landwirthe gleichen den alten Alchemisten, wie diese dem Stein der Weisen, so streben sie dem wunderbaren Samen nach, der ohne weitere Zufuhr von Nahrung auf ihrem Boden, der kaum reich genug für die gewöhnlich cultivirten Pflanzen ist, hundertfältig tragen soll!

Die seit Jahrhunderten, seit Jahrtausenden gemachten Erfahrungen sind nicht im Stande, sie vor immer neuen Täuschungen zu bewahren; die Kraft des Widerstandes gegen solchen Aberglauben kann nur die Kenntniß wahrer wissenschaftlicher Principien gewähren.

In der ersten Zeit der Philosophie der Natur war es das Wasser allein, aus dem sich das Organische entwickelte, dann war es das Wasser und gewisse Bestandtheile der Luft, und jetzt wissen wir mit der größten Bestimmtheit, daß noch andere Hauptbedingungen, welche die Erde liefert, zu diesen beiden sich gesellen müssen, wenn die Pflanze das Vermögen, sich fortzupflanzen und zu vervielfältigen, erlangen soll.

Die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Nahrungs-

stoffe der Pflanzen ist begrenzt, allein sie muß vollkommen ausreichend sein, um die ganze Erdrinde mit einer reichen Vegetation zu bedecken.

Beachten wir, daß unter den Tropen und in den Gegenden der Erde, wo sich die allgemeinsten Bedingungen der Fruchtbarkeit, Feuchtigkeit, ein geeigneter Boden, Licht und eine höhere Temperatur vereinigen, daß dort die Vegetation kaum durch den Raum begrenzt ist, daß da, wo der Boden zur Befestigung fehlt, die absterbende Pflanze, ihre Rinde und Zweige selbst zum Boden werden. Es ist klar, daß es den Pflanzen dieser Gegenden an atmosphärischem Nahrungsstoffe nicht fehlen kann, er fehlt auch unseren Culturpflanzen nicht.

Durch die unaufhörliche Bewegung der Atmosphäre wird allen Pflanzen eine gleiche Menge von den zu ihrer Entwicklung nöthigen luftförmigen Nahrungsstoffen zugeführt, die Luft unter den Tropen enthält nicht mehr davon wie die Luft in den kalten Zonen, und dennoch wie verschieden scheint das Productionsvermögen von gleichen Flächen Landes dieser verschiedenen Gegenden zu sein.

Alle Pflanzen der tropischen Gegenden, die Oel- und Wachspalmen, das Zuckerrohr enthalten, im Verhältniß zu unseren Culturgewächsen, nur eine geringe Menge der eigentlichen, zur Ernährung des Thieres nothwendigen Blutbestandtheile; die Knollen der einem hohen Strauche gleichen Kartoffelpflanze in Chili würden, von einem ganzen Morgen Land gesammelt, kaum hinreichen, um das Leben einer irländischen Familie einen Tag lang zu fristen (Darwin). Die zur Nahrung dienenden Pflanzen, welche Gegenstände der Cultur sind, sind ja nur Mittel zur Erzeugung dieser Blutbestandtheile. Beim Mangel an den Elementen, die zu ihrer Erzeugung der Boden liefern muß, kann sich vielleicht Holz,

Zucker, Amylon, aber es werden sich die Blutbestandtheile in der Pflanze nicht bilden können. Wenn wir auf einer gegebenen Fläche mehr davon hervorbringen wollen, als auf dieser Fläche die Pflanze im freien, wilden, im normalen Zustande aus der Atmosphäre fixiren oder aus dem Boden empfangen kann, so müssen wir eine künstliche Atmosphäre schaffen, wir müssen dem Boden die Bestandtheile zusetzen, die ihm fehlen.

Die Nahrung, welche verschiedenen Gewächsen in einer gegebenen Zeit zugeführt werden muß, um eine freie und ungehinderte Entwickelung zu gestatten, ist sehr ungleich.

Auf dürrem Sande, auf reinem Kalkboden, auf nackten Felsen gedeihen nur wenige Pflanzengattungen, meistens nur perennirende Gewächse; sie bedürfen zu ihrem langsamen Wachsthume nur sehr geringer Mengen von Mineralsubstanzen, die ihnen der für andere Gattungen unfruchtbare Boden in hinreichender Menge noch zu liefern vermag; die einjährigen, namentlich die Sommergewächse, wachsen und erreichen ihre vollkommene Ausbildung in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit, sie kommen auf einem Boden nicht fort, welcher arm ist an den zu ihrer Entwickelung nothwendigen Mineralsubstanzen.

Um ein Maximum von Größe in der gegebenen kurzen Periode ihres Lebens zu erlangen, reicht die in der Atmosphäre enthaltene Nahrung nicht hin. Es muß für sie, wenn die Zwecke der Cultur erreicht werden sollen, in dem Boden selbst eine künstliche Atmosphäre von Kohlensäure und von Ammoniak geschaffen, und dieser Ueberschuß von Nahrung, welcher den Blättern fehlt, er muß den ihnen correspondirenden Organen, welche sich im Boden befinden, zugeführt werden.

Das Ammoniak reicht aber mit der Kohlensäure nicht hin, um zu einem Bestandtheile der Pflanze, um zu einem

Nahrungsstoffe für das Thier zu werden, ohne die Alkalien wird kein Albumin, ohne Phosphorsäure und Erdsalze wird kein Pflanzenfibrin, kein Pflanzencasein gebildet werden können, die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalkes, den wir in den Rinden und Borken der Holzpflanzen in großer Menge als Excrement sich ausscheiden sehen, wir wissen, daß sie unseren Getreide- und Gemüsepflanzen für die Bildung ihrer Samen unentbehrlich ist.

Wie verschieden verhalten sich von den Sommergewächsen die immergrünenden Gewächse, die Fettpflanzen, Moose, die Nadelhölzer und Farrenkräuter. Sommer und Winter nehmen sie zu jeder Zeit des Tages Kohlenstoff durch ihre Blätter auf, durch Absorption von Kohlensäure, die ihnen der unfruchtbare Boden nicht liefern kann; ihre lederartigen oder fleischigen Blätter halten das aufgesaugte Wasser mit großer Kraft zurück und verlieren verhältnißmäßig zu anderen Gewächsen nur wenig davon durch Verdunstung.

Wie gering ist zuletzt die Menge der Mineralsubstanzen, die sie während ihres kaum stillstehenden Wachsthums das ganze Jahr hindurch dem Boden entziehen, wenn wir sie mit der Menge vergleichen, die z. B. eine Ernte Weizen bei gleichem Gewichte in drei Monaten vom Boden empfängt!

Es ergiebt sich aus dem Vorhergehenden, daß die Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechsels darauf beruht, daß die Culturgewächse ungleiche Mengen gewisser Nahrungsstoffe dem Boden entziehen.

In einem fruchtbaren Boden müssen die Pflanzen alle zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen anorganischen Bestandtheile in hinreichender Menge und in einem Zustande vorfinden, welcher der Pflanze die Aufnahme gestattet.

Ein durch die Kunst vorbereitetes Feld enthält eine ge-

wisse Summe dieser Bestandtheile, so wie verwesende Pflanzenstoffe und Ammoniaksalze. Wir lassen auf eine Kalipflanze (Rüben, Kartoffeln) eine Kieselpflanze, auf diese eine Kalkpflanze folgen.

Alle diese Pflanzen bedürfen der Alkalien und phosphorsauren Salze, die Kalipflanze der größten Menge an ersteren und der Zeit nach der kleinsten Zufuhr an den anderen. Die Kieselpflanze bedarf neben löslicher Kieselsäure, welche die Kalipflanze zurückläßt, einer beträchtlichen Menge phosphorsaurer Salze, die darauf folgende Kalkpflanze (Erbsen, Klee) kann ihn so weit an diesem wichtigen Bodenbestandtheile erschöpfen, daß nur noch soviel übrig bleibt, um einer Ernte Hafer oder Roggen die Samenbildung zu gestatten.

Von der Quantität der vorhandenen kieselsauren und phosphorsauren Alkalien oder Kalk- und Bittererdesalzen hängt die Anzahl der zu erzielenden Ernten ab.

Der vorhandene Vorrath kann für zwei volle Ernten einer Kali-, einer Kalkpflanze, für drei und mehr Ernten einer Kieselpflanze, und alle zusammen genommen für fünf, für sieben Ernten hinreichen, allein nach dieser Zeit müssen alle Mineralsubstanzen, welche wir dem Boden in der Form von Frucht, Kraut und Stroh genommen haben, wieder erneuert, das Gleichgewicht muß wieder hergestellt werden, wenn das Feld wieder seine ursprüngliche Fruchtbarkeit erhalten soll.

Dies geschieht durch den Dünger.

Man kann annehmen, daß in den Wurzeln und Stoppeln der Getreidepflanzen, in den fallenden Blättern der Holzpflanzen der Boden soviel Kohlenstoff wieder empfängt, als er im Beginn der Vegetation in der Form von Kohlensäure, die durch Verwesung von Humus erzeugt wurde, von ihm empfing, das Kraut der Kartoffeln, die Wurzeln des Klees bleiben eben-

falls im Boden zurück; während diese Ueberreste im Winter in Fäulniß und Verwesung übergehen, findet die junge Pflanze das Samenkorn, eine neue Quelle der Kohlensäurebildung wieder vor. Durch diese Pflanzen wird der Boden an Humus nicht erschöpft.

Man kann zuletzt aus theoretischen Gründen schließen, daß der Boden von den Pflanzen während ihres Lebens eben soviel oder mehr noch an kohlenstoffreichen Materien empfängt als er an sie abgiebt, daß er durch einen an der Oberfläche der Wurzelfasern vor sich gehenden Excretionsproceß an Stoffen bereichert wird, die während des Winters in Fäulniß und Verwesung und damit wieder in Humus übergehen.

Das Vorhandensein eines Secretions- und Excretionsprocesses ist von einigen Physiologen behauptet, von anderen wieder geleugnet worden, so daß in diesem Augenblicke die Meinungen darüber getheilt sind. Niemand zweifelt indessen daran, daß der an den Blättern und grünen Theilen der Gewächse sich ausscheidende Sauerstoff ein Excrement ist. In dem Acte der vitalen Thätigkeit der Pflanze wird der Kohlenstoff der Kohlensäure, der Wasserstoff des Wassers zu einem Bestandtheile ihrer Organe, während der nicht assimilirte Sauerstoff sich abscheidet.

Wir haben in den Blüthen flüchtige Oele, kohlen- und wasserstoffreiche Verbindungen, die ebenfalls zu weiteren vitalen Processen nicht mehr verwendbar sind, wir sehen aus der Rinde Harze, Balsame und Gummi ausfließen, aus Blättern und Blatthaaren Zucker und schleimige Materien ausschwitzen.

An der Oberfläche der Rinden, der Wurzeln und aller nicht grünen Pflanzentheile wird kein Sauerstoff abgeschieden, an diesen beobachten wir im Gegentheil die Absonderung kohlenstoffreicher Substanzen, die, in dem Lebensprocesse der

Pflanze erzeugt, keine Veränderung gefunden haben. Vergleichen wir z. B. die Borkenrinde der Tannen *), Fichten, Buchen, Eichen mit dem Splinte und Holze, so finden wir, daß sie in ihrem Verhalten und ihrer Zusammensetzung wesentlich von einander abweichen.

Während das eigentliche Holz nur $^1/_4$ bis 2 Proc. Asche hinterläßt, giebt die Eichen-, Tannen-, Weiden-, Buchenborke 6, 10 bis 15mal mehr. Die Aschen des Holzes und der Rinde haben eine sehr verschiedene Zusammensetzung. Die anorganischen Bestandtheile der Rinde sind offenbar Stoffe, die der lebendige Organismus ausgestoßen hat.

Ganz dasselbe muß für die organischen Bestandtheile der Rinden angenommen werden. Die Rinde der Korkeiche enthält beinahe die Hälfte ihres Gewichts an fetten oder fettähnlichen Materien, die wir, wiewohl in einem kleineren Verhältnisse, in den Tannen- und Fichtenrinden wiederfinden Der feste, nicht in Alkohol oder Aether lösliche Bestandtheil

---

*)

		Asche des Tannenholzes. (Hertwig) 1000 Holz geben 3,28 Asche.		Asche der Tannenrinde. (Hertwig) 1000 Rinde geben 17,85 Asche.	
lösliche Salze 18,72	kohlensaures Natron	7,42			
	kohlensaures Kali	11,30		lösliche Salze 2,95	
	Kochsalz, schwefelsaures Kali	Spuren			
unlösliche Salze 81,28	kohlensaurer Kalk	50,94	—	64,98	unlösliche Salze 97,05.
	Bittererde	5,60	—	0,93	
	phosphorsaurer Kalk	3,43	—	5,03	
	— Bittererde	2,90	—	4,18	
	— Manganoxydul	Spuren.			
	— Eisenoxyd	1,04	—	1,04	
	— Thonerde	1,75	—	2,42	
	Kieselerde	13,37	—	17,28	
	Verlust	2,26	—	1,79	
		100,00		100,00	

dieser Rinden und Borken ist von der Holzsubstanz durchaus verschieden. Die Tannen- und Eichenborken lösen sich beinahe gänzlich in Kalilauge zu einer dunkelbraun gefärbten Flüssigkeit auf, aus welcher Säuren eine Materie niederschlagen, die mit der sogenannten Humussäure die größte Aehnlichkeit hat. Das Holz wird von Kalilauge nicht angegriffen.

Diese Rinden sind insofern wahre Excremente, als sie von der lebendigen Pflanze stammen und an keiner ihrer Lebensfunctionen weiteren Antheil mehr nehmen; sie können von der Pflanze hinweggenommen werden, ohne daß ihr Bestehen hierdurch gefährdet wird. Die meisten Platanen werfen bekanntlich jedes Jahr ihre Rinden ab; in ihrer wahren Bedeutung aufgefaßt, sind also in dieser Holzpflanze aus gewissen in ihrem Lebensprocesse erzeugten Verbindungen Materien entstanden, welche, zu einer weiteren Veränderung unfähig, abgesondert werden.

Wir haben allen Grund zu glauben, daß diese Absonderung an der ganzen Oberfläche stattfindet, wir beobachten sie nicht nur am Stamme, sondern auch an den kleinsten Zweigen, und wir müssen daraus schließen, daß dieser Excretionsproceß auch an den Wurzeln vor sich geht.

Wir sehen, daß das Regenwasser, worin ein Weidenzweig vegetirt, sich nach und nach dunkelbraun färbt, wir beobachten die nämliche Erscheinung an Zwiebelgewächsen (Hyacinthen), die wir in reinem Wasser wachsen lassen. Eine Ausscheidung von Excrementen kann demnach bei den Pflanzen nicht geleugnet werden, wiewohl es möglich ist, daß sie nicht bei allen Pflanzen in gleichem Grade stattfindet.

Die Bereicherung des Bodens an organischen Stoffen durch eine Excretion der Wurzeln ist hiernach nicht als unmöglich anzusehen, aber die Zunahme derselben, welche durch den

Anbau perennirender Gewächse, wie Esparsette und Lucerne, die sich durch eine starke Wurzelverzweigung und eben so starken Blätterwuchs auszeichnen, erzielt wird, beruht zum größten Theil auf den Wurzelrückständen dieser Pflanzen, welche nach der Ernte dem Boden verbleiben.

Die Bildung von Ammoniak kann auf dem Culturlande nicht bewirkt werden, wohl aber eine künstliche Humuserzeugung, dies muß als eine Aufgabe für die Wechselwirthschaft und als eine zweite Ursache ihrer Vortheilhaftigkeit angesehen werden.

Durch Ansäen eines Feldes mit einer Brachfrucht, mit Klee, Roggen, Lupinen, Buchweizen 2c., und die Einverleibung der ihrer Blüthe nahen Pflanzen in den Boden, durch Umackern, schaffen wir in Folge des Verwesungsprocesses der neuen Einsaat und der sich entwickelnden jungen Pflanze ein Maximum von Nahrung, eine Atmosphäre von Kohlensäure; aller Stickstoff, den die Gründüngungs-Pflanze aus der Luft, alle Alkalien und phosphorsauren Salze, die sie von dem Boden empfing, sie dienen der darauf folgenden Pflanze zur freudigeren und üppigeren Entwickelung.

Der Dünger.

Um eine klare Vorstellung über den Werth und die Wirkung der thierischen Excremente zu haben, ist es vor allem wichtig, sich an den Ursprung derselben zu erinnern.

Jedermann weiß, daß ein Mensch oder Thier, dem man die Speise entzieht, abmagert, daß das Gewicht seines Körpers von Tage zu Tage abnimmt. Diese Abmagerung wird nach wenig Tagen schon dem Auge sichtbar, und bei Personen welche den Hungertod sterben, verschwindet das Fett, die Substanz der Muskeln, der Körper wird blutleer, und es bleiben zuletzt nur Häute und Knochen übrig.

Bei einer hinreichenden Zufuhr von Nahrung ändert sich hingegen das Gewicht des Körpers nicht; von vierundzwanzig Stunden zu vierundzwanzig Stunden beobachtet man bei dem gesunden erwachsenen Menschen weder eine bemerkliche Zu- noch Abnahme an seinem Gewichte.

Diese Erscheinungen geben mit Bestimmtheit zu erkennen, daß in jedem Lebensmomente eines Thieres eine Veränderung in seinem Organismus vor sich geht, ein Theil der lebendigen Körpersubstanz tritt mehr oder weniger verändert aus dem Körper aus; das Gewicht des Körpers nimmt unaufhörlich ab, wenn die ausgetretenen oder veränderten Körpertheile nicht wieder hergestellt und ersetzt werden.

Dieser Ersatz, die Wiederherstellung des ursprünglichen Gewichtes, geschieht durch die Speisen.

Jeden Tag verzehrt ein Mensch, ein Thier eine gewisse Anzahl von Unzen oder Pfunden Brot, Fleisch oder andere Nahrungsstoffe, in einem Jahre ein Gewicht davon, welches vielmal das Gewicht seines Körpers übertrifft; er verzehrt in der Speise eine gewisse Quantität Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, so wie eine sehr beträchtliche Menge von Mineralsubstanzen, die wir als die Aschenbestandtheile der Nahrung kennen gelernt haben.

Wo sind, kann man fragen, alle diese Bestandtheile der Speisen hingekommen, zu welchem Zwecke haben sie gedient? in welcher Form sind sie aus dem Körper getreten? Wir haben Kohlenstoff und Stickstoff zugeführt, und das Gewicht des Körpers hat in seinem Kohlen- und Stickstoffgehalte nicht zugenommen, wir haben eine Menge Alkalien und phosphorsaure Salze in der Speise genossen, und der Gehalt unseres Körpers an diesen Stoffen ist nicht größer geworden?

Diese Frage löſ't sich leicht, wenn man in Betracht zieht, daß die Speisen nicht die einzigen Bedingungen der Unterhaltung des Lebensprocesses in sich schließen, daß es noch eine andere giebt, welche das Thier wesentlich von der Pflanze unterscheidet.

Das Thierleben ist nämlich abhängig von einer unaufhörlichen Auffaugung von Sauerstoff, welcher in der Luft enthalten ist. Kein Thier kann ohne Luft, ohne Sauerstoff bestehen. In dem Athmungsprocesse wird in der Lunge eine gewisse Quantität Sauerstoff von dem Blute aufgenommen, die Luft, die wir einathmen, enthält diesen Sauerstoff, sie giebt ihn an die Bestandtheile des Blutes ab, mit jedem Athemzuge nimmt das Blut eines erwachsenen Menschen ein

bis zwei Kubikzoll Sauerstoff aus der Luft auf. In 24 Stunden nimmt ein Mensch 10 bis 14 Unzen Sauerstoff auf, in einem Jahre hunderte von Pfunden; wo kommt, kann man wieder fragen, dieser Sauerstoff hin? Wir nehmen Pfunde von Speisen und Pfunde von Sauerstoff in uns auf, und dennoch nimmt das Gewicht unsers Körpers entweder gar nicht, oder in einem viel kleineren Verhältnisse zu, in manchen Individuen nimmt es fortwährend ab (im Greisenalter).

Diese Erscheinung ist, wie man leicht bemerkt, nur insofern erklärbar, als der Sauerstoff und die Bestandtheile der Speisen in dem Organismus eine gewisse Wirkung auf einander ausüben, in deren Folge beide wieder verschwinden. Dies ist nun in der That der Fall; kein Theilchen des als Gas aufgenommenen Sauerstoffs bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form von Kohlensäure oder Wasser wieder aus; der Kohlenstoff und Wasserstoff, die sich mit dem Sauerstoffe verbinden, werden von dem Organismus geliefert, und da diese Elemente des Körpers von den Speisen stammen, so kann man sagen, daß in letzter Form alle Elemente der Nahrung, welche die Fähigkeit besitzen, sich mit Sauerstoff zu verbinden, in dem lebendigen Thierkörper in Sauerstoffverbindungen übergehen, was, in der gewöhnlichen Sprechweise ausgedrückt, ganz gleichbedeutend ist einer Verbrennung.

Denken wir uns Brot, Fleisch, Kartoffeln, Heu, Hafer in einem Ofen verbrannt, so verwandelt sich bei gehörigem Luftzuge und somit bei vollkommenem Sauerstoffzutritte, der Kohlenstoff dieser Substanzen in Kohlensäure, der Wasserstoff in Wasser, der Stickstoff wird als Ammoniak in Freiheit gesetzt, der Schwefel geht in Schwefelsäure über, es bleiben zuletzt die mineralischen Bestandtheile dieser Materien als Asche zurück. Als flüchtige Producte erhalten wir Kohlensäure, kohlensaures

Ammoniak und Wasser, und neben diesen bei einer unvollkommenen Verbrennung Rauch oder Ruß, und in dem unverbrennlichen Rückstande haben wir die in der Nahrung enthaltenen Salze in unverändertem Verhältnisse.

Wenn wir diese Asche mit Wasser übergießen, so lösen sich die Alkalien, so wie die löslichen phosphorsauren Salze, Kochsalz und schwefelsauren Salze auf, der nicht im Wasser lösliche Rückstand enthält Kalk und Bittererdesalze, so wie Kieselerde, wenn der verbrannte Stoff Kieselerde enthielt.

Ganz dasselbe geht nun im Körper der Thiere vor sich. Durch Haut und Lunge athmen wir in letzter Form den Kohlenstoff und Wasserstoff der Speisen in der Form von Wasser und Kohlensäure aus, aller Stickstoff der Speise sammelt sich in der Harnblase an in der Form von Harnstoff, der durch das einfache Hinzutreten der Elemente des Wassers in kohlensaures Ammoniak übergeht. Genau so viel Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, als wir in der Speise genossen haben, ist nach Wiederherstellung des ursprünglichen Körpergewichtes auch wieder ausgetreten. Nur in dem jugendlichen Körper und in dem Mästungsprocesse ist die Zunahme größer, ein Theil der Bestandtheile der Speisen bleibt im Körper; im Greisenalter ist sie aber wieder kleiner, es tritt mehr aus als ein.

Den in der Nahrung enthaltenen Stickstoff bekommen wir also täglich in dem Harne in der Form von Harnstoff und Ammoniakverbindungen wieder; die Faeces enthalten unverbrannte Stoffe, welche, wie Holzfaser, Blattgrün, Wachs, in dem Organismus keine Veränderung erlitten haben, ihr Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoffgehalt ist, verglichen mit dem der Nahrung, sehr klein, was von den Secretionen des Körpers diesen unverdaubaren Materien beigemischt ist, läßt

sich mit dem Ruße und dem Rauche der in einem Ofen unvollkommen verbrannten Speise vergleichen.

Die Untersuchung des Harns, so wie die der Faeces hat ergeben, daß sich die Mineralbestandtheile der Speisen, die Alkalien, Salze und die Kieselerde in beiden wieder vorfinden.

Der Harn enthält alle löslichen, die Faeces alle im Wasser nicht löslichen Mineralbestandtheile der genossenen Speise, in der Art also, daß wenn wir uns denken, wie es denn auch in der That der Fall ist, die Speisen seien in dem Körper ähnlich wie in einem Ofen zu Asche verbrannt worden, so enthält der Harn die löslichen und die Faeces die unlöslichen Salze dieser Asche (siehe Anhang).

An Bodenbestandtheilen verzehrt ein Pferd *)	Unzen Asche		wird in den Excrementen des Pferdes wieder erhalten	Unzen Asche	
15 Pfd. Heu geben	18,61	21,49	im Harn . .	3,51	29,45 Unzen
4,54 Pfd. Hafer . .	2,46		in den Faeces	18,36	
im Getränke . . .	0,42			21,87	
eine Kuh					
in 30 Pfd. Kartoffeln	6,67	28,47 Unzen	im Harn . .	12,29	29,45
in Heu	20,20		in den Faeces	16,36	
im Getränke . . .	1,6		in der Milch .	1,80	

Wie man aus diesen Analysen ersieht, erhält man in dem Harne und den flüssigen Excrementen des Pferdes und der Kuh, so nahe wie sich nur in Versuchen dieser Art erwarten läßt, alle Aschenbestandtheile der Nahrung in unveränderter Menge wieder.

Die Wirkung, welche die flüssigen und festen Excremente der Thiere auf unseren Aeckern hervorbringen, hört mit der Kenntniß ihres Ursprungs auf, geheimnißvoll und räthselhaft zu bleiben.

*) Boussingault in den Annales de chimie et de phys. LXXI.

Die mineralischen Bestandtheile der Speisen, des Futters der Thiere, stammen von unseren Aeckern, wir haben sie in der Form von Samen, von Wurzeln und Kraut darauf geerntet. In dem Lebensprocesse der Thiere verwandeln sich die verbrennlichen Elemente der Nahrung in Sauerstoffverbindungen, der Harn und die Faeces enthalten die entzogenen Bodenbestandtheile unserer Felder; wir stellen, indem wir sie den Aeckern wieder einverleiben, den ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit wieder her; bringen wir sie auf ein Feld, in welchem diese den Pflanzen unentbehrlichen Nahrungsstoffe fehlten, so wird das Feld fruchtbar für alle Gewächse.

Ein Theil der Ernte wurde zur Ernährung, zur Mästung von Thieren verwendet, welche von den Menschen verzehrt werden, ein anderer Theil wurde direct in der Form von Mehl, Kartoffeln, Gemüse verbraucht, ein dritter Theil besteht aus den nicht verzehrten Pflanzenüberresten, welche in der Form von Stroh zu Streu u. s. w. verwendet werden. Es ist klar, wir sind im Stande, alle Bestandtheile unserer Aecker, die wir in der Form von Thieren, Korn und Früchten ausgeführt haben, in den flüssigen und festen Excrementen der Menschen, in den Knochen und dem Blute der geschlachteten Thiere wieder zu gewinnen; es hängt nur von uns ab, durch die sorgfältige Sammlung derselben das Gleichgewicht in der Zusammensetzung unserer Aecker wieder herzustellen. Wir können berechnen, wie viel an Bodenbestandtheilen wir in einem Schafe, einem Ochsen oder in der Milch einer Kuh, wie viel wir in einem Malter Gerste, Weizen oder Kartoffeln ausführen, und aus der bekannten Zusammensetzung der Faeces der Menschen läßt sich ermitteln, wie viel wir davon hinzuzuführen haben, um den Verlust, den unsere Aecker erlitten, wieder auszugleichen.

Es ist gewiß, daß wir die Excremente der Thiere und Menschen entbehren können, wenn wir im Stande sind, aus anderen Quellen uns die Stoffe zu verschaffen, durch die sie allein Werth für die Agricultur besitzen. Ob wir das Ammoniak in der Form von Urin oder in der Form eines aus Steinkohlentheer erhaltenen Salzes, ob wir den phosphorsauren Kalk in der Form von Knochen oder als Apatit zuführen, ist für den Zweck ganz gleichgültig. Die Hauptaufgabe der Agricultur ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile, welche die Atmosphäre nicht liefern kann, ersetzen. Ist dieser Ersatz unvollkommen, so nimmt die Fruchtbarkeit unserer Felder oder die des ganzen Landes ab, führen wir mehr zu, so wird die Fruchtbarkeit gesteigert.

Die Einfuhr von Harn, von festen Excrementen aus einem fremden Lande ist ganz gleichzusetzen einer Einfuhr an Korn und Vieh. Alle diese Stoffe nehmen in einer genau zu bestimmenden Zeit die Form von Getreide, Fleisch und Knochen an, sie gehen in die Leiber der Menschen über und kehren als Speisen genossen täglich in die Form, die sie ursprünglich besaßen, wieder zurück. Der einzig wirkliche Verlust, dem wir nach unseren Sitten nicht vorbeugen können, ist der an phosphorsauren Salzen, welchen die Menschen in ihren Knochen mit in ihre Gräber nehmen. Die ganze ungeheuere Quantität von Nahrung, welche der Mensch in 60 Jahren zu sich nimmt, ein jeder Bestandtheil derselben, der von unseren Aeckern stammt, kann wieder gewonnen und wieder zugeführt werden. Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß nur in dem Leibe des jugendlichen oder des in der Zunahme begriffenen Thieres eine gewisse Quantität phosphorsaurer Kalk in den Knochen, von phosphorsauren Alkalien in dem Blute zurückbleibt, daß bis

auf diese verhältnißmäßig für jeden Tag äußerst geringe Menge alle Salze mit alkalischen Basen, aller phosphorsaure Kalk und Bittererde, welche das Thier täglich in der Nahrung genießt, daß wir also alle unorganischen Bestandtheile der Nahrung in den festen und flüssigen Excrementen wieder gewinnen.

Ohne nur eine Analyse dieser Excremente anzustellen, können wir mit Leichtigkeit ihre Quantität, wir können bestimmen, von welcher Beschaffenheit sie sind, welche Zusammensetzung sie besitzen. Wir geben einem Pferde täglich 4½ Pfd. Hafer und 15 Pfd. Heu; der Hafer giebt 4 Proc., das Heu 9 Proc. Asche, und wir berechnen daraus, daß die täglichen Excremente des Pferdes 21 Unzen unorganische Materien enthalten müssen, die von unserm Felde stammen. Die Analyse der Haferasche und der Asche des Heues giebt uns genau in Procenten an, wieviel Kieselerde, wieviel an Alkalien und phosphorsauren Salzen wir darinnen haben*).

---

*) Die Asche des Hafers enthält (de Saussure)

	in 100 Theilen
lösliche Salze mit alkalischer Basis	16
phosphorsauren Kalk	24
Kieselerde	60

die Heuasche enthält (Haidlen)

	in 100 Theilen
phosphorsauren Kalk	16,1
phosphorsaures Eisenoxyd	5,0
Kalk	2,7
Bittererde	8,6
schwefelsaures Natron	1,2
» Kali	2,2
Chlorkalium	1,3
kohlensaures Natron	1,1
kohlensauren Kalk	0,9
Kieselerde	60,6
Verlust	0,8

Man bemerkt leicht, daß die Beschaffenheit der fixen Bestandtheile in den Excrementen sich mit der Nahrung ändert. Geben wir einer Kuh Runkelrüben oder Kartoffeln, ohne Heu oder Gerstenstroh, so haben wir in ihren festen Excrementen keine Kieselerde, wir haben darin phosphorsauren Kalk und Bittererde, in den flüssigen Excrementen haben wir kohlensaures Kali und Natron, so wie Verbindungen dieser Basen mit anorganischen Säuren. Hinterläßt das Futter oder die Speise nach dem Verbrennen eine Asche, welche lösliche phosphorsaure Alkalien enthält (Brot, Mehl, Samen aller Art, Fleisch), so bekommen wir von dem Thiere, von dem sie verzehrt werden, einen Harn, in dem wir dieses phosphorsaure Alkali wiederfinden. Giebt die Asche des Futters an Wasser kein lösliches phosphorsaures Kali ab (Heu, Rüben, Kartoffeln), sind darin nur unauflösliche phosphorsaure Erden enthalten, so ist der Harn frei von phosphorsaurem Alkali; wir finden alsdann in den Faeces die phosphorsauren Erden. Der Harn der Menschen, der fleisch- und körnerfressenden Thiere enthält phosphorsaures Alkali, der Harn der grasfressenden Thiere ist frei von diesem Salze.

Die Analyse der Excremente der Menschen, der fischfressenden Vögel, des Guano (siehe Anhang), sowie die Excremente des Pferdes und der Kuh (siehe Anhang) geben über die darin enthaltenen Salze den genügendsten Aufschluß.

Wir bringen, wie diese Analysen ergeben, in den festen und flüssigen Excrementen der Menschen und Thiere auf unsere Aecker die Asche der Pflanzen zurück, welche zur Nahrung dieser Menschen und Thiere gedient haben. Diese Asche besteht aus löslichen und unlöslichen Salzen und Erden, welche, zur Entwicklung der Culturpflanzen unentbehrlich, der fruchtbare Boden ihnen darbieten muß.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir mit der Zufuhr dieser Excremente dem Boden wieder das Vermögen geben, einer neuen Ernte Nahrung darzubieten — wir stellen das gestörte Gleichgewicht wieder her. Jetzt, wo wir wissen, daß die Bodenbestandtheile des Futters in den Harn und die Excremente des Thieres übergehen, das sich davon ernährt, läßt sich mit der größten Leichtigkeit der verschiedene Werth der Düngerarten feststellen. Die festen und flüssigen Excremente eines Thieres haben als Dünger für diejenigen Gewächse den höchsten Werth, welche dem Thiere zur Nahrung gedient haben. Der Koth der Schweine, die wir mit Erbsen und Kartoffeln ernährt haben, ist vor allem andern zur Düngung von Erbsen- und Kartoffelfeldern geeignet. Wir geben einer Kuh Heu und Rüben und erhalten einen Dünger, der alle Bestandtheile der Graspflanzen und Rüben enthält, dem wir zur Düngung der Rüben vor jedem andern den Vorzug geben müssen. So enthält der Taubenmist die mineralischen Bestandtheile der Körnerfrüchte, der Kaninchenmist die der krautartigen und Gemüsepflanzen; der flüssige und feste Koth der Menschen enthält die Mineralbestandtheile aller Samen in größter Menge.

Die Kenntniß der Aschenbestandtheile der Speise, des Futters, führt nach dem Obigen mit der größten Genauigkeit auf die Kenntniß der Bodenbestandtheile in den flüssigen und festen Excrementen der Thiere und Menschen.

Kennen wir die Quantität der Speise und die Zusammensetzung ihrer Asche, so wissen wir mit Bestimmtheit, wie viel lösliche Salze wir im Harne, wie viel unlösliche wir in den Faeces erhalten werden. Es ist deshalb zwecklos und überflüssig, eine größere Anzahl von Analysen hier zu geben, da diese Analysen eben so abweichend von einander sein

müssen, als es die Aschenbestandtheile der genossenen Speise sind.

Der gewöhnliche Stallmist ist, wie man weiß, eine Mischung von festen Excrementen mit Urin, die in den gewöhnlichen Düngerbehältern nach und nach in Fäulniß übergeht.

In Folge der Fäulniß des Urins verwandelt sich aller darin enthaltene Harnstoff in flüchtiges kohlensaures Ammoniak; ein großer Theil der organischen Bestandtheile nimmt durch die Einwirkung der Luft unter fortdauernder Wärmeentwickelung luftförmigen Zustand an, er geht in Verwesung über; das Gewicht dieser Bestandtheile nimmt ab, das relative Verhältniß der nicht flüchtigen Mineralbestandtheile nimmt zu. Wenn wir uns denken, daß alle verwesbaren Elemente sich mit dem Sauerstoffe verbunden hätten, so würden, wie sich von selbst versteht, nur die unverwesbaren, dieses sind die Aschenbestandtheile, zurückbleiben. So enthält z. B.

ganz frischer Kuhkoth in 100 Theilen:

Wasser		84,900
verbrennliche Substanzen . . .	12,352	14,100
Aschenbestandtheile	1,748	
		100,000

Stallmist*) ½ Jahr alt enthielt:

Wasser		79,3
verbrennliche Substanzen . . .	14,04	20,7
Aschenbestandtheile	6,66	
		100,0

Da nun mit dem Alter des Mistes die darin enthaltenen mineralischen Nahrungsstoffe der Pflanzen zunehmen, der alte Mist also bei gleichem Gewichte 4= bis 6mal mehr enthält

*) Boussingault, Ann. de chim. et de phys. III. Serie p. 237.

als der frische, so erklärt sich hieraus die verhältnißmäßig größere Wirksamkeit und der Vorzug, welchen erfahrene Landwirthe dem gegohrenen vor dem frischen Miste zugestehen.

Es ist in dem Vorhergehenden erwähnt worden, daß die thierischen Excremente in der Agricultur ersetzbar sind durch Materien, die ihre Bestandtheile enthalten. Da nun ihre Hauptwirksamkeit in ihrem Gehalte an den mineralischen Nahrungsstoffen beruht, welche die Culturpflanzen zu ihrer Entwickelung nöthig haben, so ist klar, da die Ernährung und das Gedeihen der wildwachsenden Pflanzen an die nämlichen Ursachen und Gesetze geknüpft ist, daß wir mit den mineralischen Nahrungsstoffen der wildwachsenden Pflanzen, dies will sagen mit ihrer Asche, unsere Felder in ganz gleicher Weise düngen können wie mit Thierexcrementen, daß wir damit, wenn eine zweckmäßige Auswahl getroffen wird, unsere Aecker mit allen den Bestandtheilen wieder versehen können, die wir in der Ernte der Culturpflanzen hinweggenommen haben. Die ausnehmende Wichtigkeit der Aschendüngung ist von sehr vielen Landwirthen anerkannt; in der Umgegend von Marburg und der Wetterau legt man einen so hohen Werth auf dieses kostbare Material, daß man einen Transport von 6, 8 Stunden Weges nicht scheut, um es für die Düngung zu erhalten.

Die Wichtigkeit fällt in die Augen, wenn man in Erwägung zieht, daß manche mit kaltem Wasser ausgelaugte Holzaschen kieselsaures Kali gerade in dem Verhältnisse wie im Stroh enthalten ($10\ Si\ O_3 + KO$), daß sie außer diesem Salze beträchtliche Mengen phosphorsaurer Erden enthalten.

Die verschiedenen Holzaschen besitzen übrigens einen höchst ungleichen, die Eichenholzasche den geringsten, die Buchenholzasche den höchsten Werth.

Die Eichenholzasche enthält 4 bis 5 Proc. phosphorsaure Salze, die Buchenholzasche enthält den fünften Theil ihres Gewichts, der Gehalt der Fichten- und Tannenholzasche beträgt 9 bis 15 Proc., die Pappelholzasche enthält 16¾ Proc., die Asche des Haselnußstrauches 12 Proc. u. s. w. (Die Fichtenholzasche aus Norwegen enthält das Minimum von phosphorsauren Salzen, nämlich nur 0,9 Proc. Phosphorsäure Berthier).

Mit je hundert Pfund ausgelaugter Buchenholzasche bringen wir mithin auf das Feld eine Quantität phosphorsaurer Salze, welche gleich ist dem Gehalte von 460 Pfd. frischen Menschenexcrementen.

Nach de Saussure's Analyse enthalten 100 Thle. Asche von Weizenkörnern 32 Thle. lösliche und 44,5 unlösliche, im Ganzen 76,3 phosphorsaure Salze. Die Asche von Weizenstroh enthält im Ganzen 11,5 Proc. phosphorsaure Salze. Mit 100 Pfd. Buchenholzasche bringen wir mithin auf das Feld eine Quantität Phosphorsäure, welche hinreicht für Erzeugung von 4000 Pfd. Stroh (zu 4,3 Proc. Asche, de Saussure), oder zu 2000 Pfd. Weizenkörner (die Asche zu 1,3 Proc. angenommen, de Saussure).

Die trockenen Früchte der Roßkastanie (Aesculus hippocastanum) geben 34 Proc. Asche, die eine ähnliche Zusammensetzung hat, wie die Asche des Maises und mancher Weizensamen.

Die Wichtigkeit der Knochendüngung ist für Jedermann einleuchtend. Die Knochen der Menschen und Thiere stammen von dem Apatit, der in fruchtbarer Ackererde niemals fehlt; aus dem Boden geht die Knochenerde in das Heu und Stroh, überhaupt in das Futter über, was die Thiere genießen. Wenn man nun in Anschlag bringt, daß die frischen Knochen

55 Proc. phosphorsauren Kalk und Bittererde enthalten (Berzelius) und annimmt, daß das Heu so viel davon als das Weizenstroh enthält, so ergiebt sich, daß 8 Pfd. Knochen so viel phosphorsauren Kalk als 1000 Pfd. Heu oder Weizenstroh enthalten, oder 20 Pfd. davon so viel Phosphorsäure, als in 1000 Pfd. Weizen- oder Haferkörnern sich vorfindet.

In diesen Zahlen hat man kein genaues, aber ein sehr annäherndes Maß in Beziehung auf die Quantität phosphorsaurer Salze, die der Boden diesen Pflanzen jährlich abgiebt.

Drei Ernten (Runkelrüben, Weizen, Roggen) empfangen von einem Hectare Feld eine Quantität Phosphorsäure, welche in 240 Pfd. Knochen enthalten ist.

Die Form, in welcher die phosphorsauren Salze dem Boden wiedergegeben werden, scheint hierbei aber nicht gleichgültig zu sein. Je feiner die Knochen zertheilt und je inniger sie mit dem Boden gemischt sind, desto leichter wird die Assimilirbarkeit sein; das beste und zweckmäßigste Mittel ist unstreitig, die Knochen fein gepulvert mit ihrem halben Gewichte Schwefelsäure und 3 — 4 Thln. Wasser eine Zeitlang in Digestion zu stellen, den Brei mit etwa 100 Thln. Wasser zu verdünnen und mit dieser sauren Flüssigkeit (saurem phosphorsaurem Kalk und Bittererde) den Acker vor dem Pflügen zu besprengen. In wenigen Secunden verbindet sich die freie Säure mit den basischen Bestandtheilen des Bodens, und überall finden die Wurzeln der Pflanze ein höchst fein zertheiltes, phosphorsaures Salz in der geeignetsten Form zur Aufnahme vor. Versuche, die in dieser Beziehung auf Grauwackeboden angestellt wurden, haben das positive Resultat gegeben, daß Getreide und Gemüsepflanzen durch diese Düngungsweise

nicht leiden, daß sie sich im Gegentheile auf's kräftigste entwickeln *).

In der Nähe von Knochenleim-Fabriken werden jährlich viele tausend Centner einer Auflösung von phosphorsauren Salzen in Salzsäure unbenutzt verloren; es wäre wichtig, zu untersuchen, inwieweit diese Auflösung die Knochen ersetzen kann. Die freie Salzsäure würde sich mit den Alkalien, mit dem Kalke auf dem Acker verbinden, es würde ein lösliches Kalksalz entstehen, dessen Wirkung als wohlthätig auf die Vegetation an und für sich schon anerkannt ist; der salzsaure Kalk (Chlorcalcium) ist eins der Salze, die Wasser mit großer Begierde aus der Luft anziehen und zurückhalten, indem es mit dem kohlensauren Ammoniak des Regenwassers sich zu Salmiak und kohlensaurem Kalk umsetzt.

Eine Auflösung der Knochen in Schwefelsäure oder Salzsäure dem faulenden Düngerhaufen zugesetzt, würde nicht allein die Summe der wirksamen Bestandtheile desselben vermehren, sondern auch alles Ammoniak im freien Zustande binden und diesen so wichtigen Nahrungsstoff, von dem ein so großer Theil durch Verflüchtigung sonst verloren geht, den Pflanzen erhalten.

---

*) Sehr günstige Resultate hat man durch die Behandlung der Samen auf folgende Weise erhalten. Die zu säenden Samen werden in Mistjauche eingeweicht, sodann im nassen Zustande mit einer Mischung von 20 Theilen feingepulverten Knochen und 1 Th. gebranntem Gyps bestreut, in der Art also, daß jedes Korn mit einer dünnen Lage von dem Pulver überzogen wird; durch Besprengen mit etwas Wasser und neues Bestreuen läßt sich die umgebende Rinde noch verstärken. Man läßt die Samen alsdann an der Luft trocknen und säet sie wie gewöhnlich. Im Großen möchte wohl dieses Düngverfahren seiner Umständlichkeit halber minder dem Zwecke entsprechen, als eine starke Düngung mit Knochen und Gyps.

Die Asche von Braunkohlen und Torf enthält mehrentheils kieselsaures Kali; es ist klar, daß diese Asche dem Stroh der Cerealien einen Hauptbestandtheil zu liefern vermag; sie enthalten ebenfalls Beimischungen von phosphorsauren Salzen.

Es ist von ganz besonderer Wichtigkeit für den Oekonomen, sich über die Ursache der Wirksamkeit der so eben besprochenen Materien nicht zu täuschen. Man weiß, daß sie einen höchst günstigen Einfluß auf die Vegetation haben, und eben so gewiß ist es, daß die Ursache in einem Stoffe liegt, der, abgesehen von ihrer physikalischen Wirkungsweise, durch ihre Form, Porosität, Fähigkeit, Wasser anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil an dem Pflanzenleben nimmt. Man muß auf Rechenschaft über diesen Einfluß verzichten, wenn man den Schleier der Isis darüber deckt.

Die Medicin hat Jahrhunderte lang auf der Stufe gestanden, wo man die Wirkungen der Arzneien durch den Schleier der Isis verhüllte, aber alle Geheimnisse haben sich auf eine sehr einfache Weise gelöst. Eine ganz unpoetische Hand erklärte die anscheinend unbegreifliche Wunderkraft der Quellen in Savoyen, wo sich die Walliser ihre Kröpfe vertreiben, durch einen Gehalt an Jod; in den gebrannten Schwämmen, die man zu demselben Zwecke benutzte, fand man ebenfalls Jod; man fand, daß die Wunderkraft der China in einem darin in sehr geringer Menge vorhandenen krystallinischen Stoffe, dem Chinin, daß die mannichfaltige Wirkungsweise des Opiums in einer eben so großen Mannichfaltigkeit von Materien liegt, die sich daraus darstellen lassen.

Einer jeden Wirkung entspricht die Ursache; suchen wir die Ursachen uns deutlich zu machen, so werden wir die Wirkungen beherrschen.

Als Princip des Ackerbaues muß angesehen werden, daß der Boden in vollem Maße wieder erhalten muß, was ihm genommen wird; in welcher Form dies Wiedergeben geschieht, ob in der Form von Excrementen, oder von Asche oder Knochen, dies ist wohl ziemlich gleichgültig. Es wird eine Zeit kommen, wo man den Acker, wo man jede Pflanze, die man darauf erzielen will, mit dem ihr zukommenden Dünger versieht, den man in chemischen Fabriken bereitet; wo man nur dasjenige giebt, was der Pflanze zur Ernährung dient, ganz so, wie man jetzt mit einigen Granen Chinin das Fieber heilt, wo man sonst den Kranken eine Unze Holz nebenbei verschlucken ließ.

Es giebt Pflanzen, welche Humus bedürfen, ohne bemerklich zu erzeugen; es giebt andere, die ihn entbehren können, die einen humusarmen Boden daran bereichern; eine rationelle Cultur wird allen Humus für die ersten und keinen für die anderen verwenden, sie wird die letzteren benutzen, um die ersteren damit zu versehen.

Geben wir der Pflanze Kohlensäure und alle Materien, deren sie bedarf, geben wir ihr Humus in der reichlichsten Quantität, so wird sie nur bis zu einem gewissen Grade zur Ausbildung gelangen; wenn es an Stickstoff fehlt, wird sie Kraut, aber keine Körner, sie wird vielleicht Zucker und Amylon, aber keinen Kleber erzeugen.

Durch die Zufuhr von Ammoniak und damit von Stickstoff allein werden die Zwecke der Agricultur ebenfalls nicht erfüllt; so nothwendig das Ammoniak für die kräftige Entwickelung der Pflanze auch ist, so reicht es dennoch für sich allein nicht hin zur Erzeugung von vegetabilischem Casein, Fibrin und Albumin, denn ohne die begleitenden Alkalien, ohne schwe-

felsaure und phosphorsaure Salze kennen wir diese Stoffe nicht; wir müssen voraussetzen, daß ohne ihre Mitwirkung das Ammoniak auf die Entwickelung und Bildung der Samen nicht die geringste Wirkung ausübt, daß es ganz gleichgültig ist, ob wir Ammoniak zuführen oder nicht, es wird keinen Antheil an der Bildung der Blutbestandtheile nehmen, wenn die anderen Bedingungen zu ihrer Erzeugung nicht gleichzeitig vorhanden sind.

In den flüssigen und festen Excrementen haben wir alle diese Bedingungen beisammen, keine fehlt; wir haben darin nicht nur das Ammoniak, sondern auch die Alkalien, die kieselsauren, phosphorsauren und schwefelsauren Salze, und zwar in dem relativen Verhältnisse, wie sie unsere Culturpflanzen bedürfen.

Die kräftige Wirkung des Urins rührt demnach nicht von den darin enthaltenen Stickstoffverbindungen allein her, sondern die sie darin begleitenden phosphorsauren und schwefelsauren Salze haben einen ganz entscheidenden Antheil daran.

Der Harn enthält in dem Zustande, wo er als Dünger dient, keinen Harnstoff, weil dieser durch die Fäulniß übergeht in kohlensaures Ammoniak.

In wohlbeschaffenen, vor der Verdunstung geschützten Düngerbehältern wird das kohlensaure Ammoniak gelöst bleiben; bringen wir den gefaulten Harn auf unsere Felder, so wird ein Theil des kohlensauren Ammoniaks mit dem Wasser verdunsten, eine andere Portion davon wird von thon- und eisenoxydhaltigem Boden eingesaugt werden, im Allgemeinen wird aber nur das phosphorsaure und salzsaure Ammoniak in der Erde bleiben; der Gehalt an diesem allein macht den Boden fähig, im Verlaufe der Vegetation auf die Pflanzen

eine directe Wirkung zu äußern, keine Spur davon wird den Wurzeln der Pflanzen entgehen *).

Das Vorhandensein von freiem kohlensauren Ammoniak in gefaultem Urin hat selbst in früheren Zeiten zu dem Vorschlage Veranlassung gegeben, die Mistjauche auf Salmiak zu benutzen. Von manchem Oekonomen ist dieser Vorschlag in Ausführung gebracht worden zu einer Zeit, wo der Salmiak einen hohen Handelswerth besaß. Die Mistjauche wurde in Gefäßen von Eisen der Destillation unterworfen und das Destillat auf gewöhnliche Weise in Salmiak verwandelt (Demachy).

Das durch Fäulniß des Urins erzeugte kohlensaure Ammoniak kann auf mannichfaltige Weise fixirt, d. h. seiner Fähigkeit, sich zu verflüchtigen, beraubt werden.

Denken wir uns einen Acker mit Gyps bestreut, den wir mit gefaultem Urin, mit Mistjauche überfahren, so wird alles kohlensaure Ammoniak sich in schwefelsaures verwandeln, was in dem Boden bleibt.

Wir haben aber noch einfachere Mittel, um alles kohlensaure Ammoniak den Pflanzen zu erhalten; Gyps, Chlorcalcium, Schwefelsäure oder Salzsäure, oder am besten saurer phosphorsaurer Kalk, lauter Substanzen, deren Preis ausnehmend niedrig ist, bis zum Verschwinden der Alkalinität dem Harne zugesetzt, vermögen das Ammoniak in ein Salz zu verwandeln, was seine Fähigkeit, sich zu verflüchtigen, gänzlich verloren hat.

Stellen wir eine Schale mit concentrirter Salzsäure in einen gewöhnlichen Abtritt hinein, in welchem die obere Oeffnung mit dem Düngbehälter in offener Verbindung steht, so

*) Ueber den Ammoniakgehalt der Ackererde und des Mergels siehe Anhang.

findet man sie nach einigen Tagen mit Krystallen von Salmiak angefüllt. Das Ammoniak, dessen Gegenwart die Geruchsnerven schon anzeigen, verbindet sich mit der Salzsäure und verliert seine Flüchtigkeit; über der Schale bemerkt man stets dicke weiße Wolken oder Nebel von neuentstandenem Salmiak. In einem Pferdestalle zeigt sich die nämliche Erscheinung. Dieses Ammoniak geht nicht allein der Vegetation verloren, sondern es verursacht noch überdies eine langsam, aber sicher erfolgende Zerstörung der Mauer. In Berührung mit dem Kalke des Mörtels verwandelt es sich in Salpetersäure, welche den Kalk nach und nach auflöst, der sogenannte Salpeterfraß (Entstehung von löslichem salpetersauren Kalk) ist die Folge seiner Verwesung.

Das Ammoniak, was sich in Ställen und aus Abtritten entwickelt, ist unter allen Umständen mit Schwefelwasserstoff oder mit Kohlensäure verbunden. Kohlensaures Ammoniak und schwefelsaurer Kalk (Gyps) können bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit einander in Berührung gebracht werden, ohne sich gegenseitig zu zersetzen. Das Ammoniak vereinigt sich mit der Schwefelsäure, die Kohlensäure mit dem Kalke zu Verbindungen, welche nicht flüchtig, d. h. geruchlos sind. Bestreuen wir den Boden unserer Ställe von Zeit zu Zeit mit gepulvertem Gyps, der mit verdünnter Schwefelsäure befeuchtet ist, so wird der Stall seinen Geruch verlieren, und wir werden nicht die kleinste Quantität Ammoniak, was sich gebildet hat, für unsere Felder verlieren (Mohr). In ähnlicher Weise erzeugt sich schwefelsaures Ammoniak bei der Desinfection der Latrinen mit Eisenvitriol, durch die Umsetzung des Eisensalzes mit Schwefelammonium.

Die Harnsäure, nach dem Harnstoffe das stickstoffreichste unter den Producten des lebenden Organismus, ist im Wasser

löslich, sie kann durch die Wurzeln der Pflanzen aufgenommen und ihr Stickstoff in der Form von Ammoniak, von kleesaurem, blausaurem oder kohlensaurem Ammoniak assimilirt werden.

Es wäre von außerordentlichem Interesse, die Metamorphosen zu studiren, welche die Harnsäure in einer lebenden Pflanze erfährt; als Düngmittel in reinem Zustande unter ausgeglühtes Kohlenpulver gemischt, in welchem man Pflanzen vegetiren läßt, würde die Untersuchung des Saftes der Pflanze oder der Bestandtheile des Samens oder der Frucht leicht die Verschiedenheit erkennen lassen.

In Beziehung auf den Stickstoffgehalt enthalten 100 Theile Menschenharn soviel Stickstoff für 1300 Theile frischer Pferdeexcremente nach Macaire's und Marcet's Analysen und 600 Theile frischer Excremente der Kuh.

Die kräftige Wirkung des Harns im Allgemeinen ist in Flandern vorzüglich anerkannt; allein nichts läßt sich mit dem Werthe vergleichen, den das älteste aller Ackerbau treibenden Völker, das chinesische, den menschlichen Excrementen zuschreibt.

Wenn wir annehmen, daß die flüssigen und festen Excremente eines Menschen täglich nur $1\frac{1}{2}$ Pfd. betragen ($\frac{5}{4}$ Pfd. Urin und $\frac{1}{4}$ Pfd. fester Excremente), daß beide zusammengenommen 3 Proc. Stickstoff enthalten, so haben wir in einem Jahre 547 Pfd. Excremente, welche 16,41 Pfd. Stickstoff enthalten, eine Quantität, welche hinreicht, um 800 Pfd. Weizen-, Roggen-, Hafer-, und 900 Pfd. Gerstenkörnern (Boussingault) den Stickstoff zu liefern.

Dies ist bei weitem mehr, als man einem Morgen Land hinzuzusetzen braucht, um mit dem Stickstoffe, den die Pflanzen aus der Atmosphäre aufsaugen, ein jedes Jahr die reichlichsten Ernten zu erzielen. Eine jede Ortschaft, eine jede Stadt

könnte bei Anwendung von Fruchtwechsel alle ihre Felder mit dem stickstoffreichsten Dünger versehen, der noch überdies der reichste an phosphorsauren Salzen ist. Bei Mitbenutzung der Knochen und der ausgelaugten Holzasche würden für viele Bodenarten alle Excremente von Thieren völlig entbehrlich sein.

Die Excremente der Menschen lassen sich, wenn durch ein zweckmäßiges Verfahren die Feuchtigkeit entfernt und das freie Ammoniak gebunden wird, in eine Form bringen, welche die Versendung, auch auf weite Strecken hin, erlaubt.

Dies geschieht schon jetzt in manchen Städten, und die Zubereitung der Menschenexcremente in eine versendbare Form macht einen nicht ganz unwichtigen Zweig der Industrie aus. Die in den Häusern in Paris in Fässern gesammelten Excremente werden in Montfaucon in tiefen Gruben gesammelt und sind zum Verkaufe geeignet, wenn sie einen gewissen Grad der Trockenheit durch Verdampfung an der Luft gewonnen haben; durch die Fäulniß derselben in den Behältern in den Häusern verwandelt sich aller Harnstoff zum größten Theile in kohlensaures Ammoniak; die vegetabilischen Theile, welche darin enthalten sind, gehen ebenfalls in Fäulniß über, alle schwefelsauren Salze werden zersetzt, der Schwefel bildet Schwefelwasserstoff und flüchtiges Schwefelammonium. Die an der Luft trocken gewordene Masse hat den größten Theil ihres Stickstoffgehalts mit dem verdampfenden Wasser verloren, der Rückstand besteht neben phosphorsaurem Ammoniak zum größten Theile aus phosphorsaurem Kalk und Bittererde und fettigen Substanzen. Unter dem Namen Poudrette kommt dieser Dünger im Handel vor, er ist seiner kräftigen Wirkung wegen sehr geschätzt. Diese Wirkung kann nicht abhängig sein von dem ursprünglich darin enthaltenen Ammoniak, eben weil der größte Theil desselben beim Trocknen entwichen ist. Nach der

Analyse von Jaquemars enthält die Pariser Poudrette nicht über 1,8 Proc. Ammoniak.

In anderen Fabriken mengt man die weichen Excremente mit Holzasche oder mit Erde, die eine reichliche Quantität von ätzendem Kalk enthält, und bewirkt damit eine völlige Austreibung alles Ammoniaks, wobei sie ihren Geruch aufs Vollständigste verlieren. Auch dieser Dünger kann nicht durch seinen Stickstoffgehalt wirken.

Es ist klar, daß wenn wir die festen und flüssigen Excremente der Menschen und die flüssigen der Thiere in dem Verhältnisse zu dem Stickstoffe auf unsere Aecker bringen, den wir in der Form von Gewächsen darauf geerntet haben, so wird die Summe des Stickstoffs auf dem Gute jährlich wachsen müssen. Denn zu dem, welchen wir in dem Dünger zuführen, ist aus der Atmosphäre eine gewisse Quantität hinzugekommen.

Ein eigentlicher Verlust an Stickstoff findet niemals Statt, denn selbst die geringe Menge, welche die Menschen mit in ihre Gräber nehmen, geht den Gewächsen unverloren, denn durch Fäulniß und Verwesungsprocesse kehrt dieser Stickstoff in der Form von Ammoniak in die Erde und in die Atmosphäre zurück.

Eine gesteigerte Cultur erfordert eine gesteigerte Düngung, mit derselben muß das Productionsvermögen unserer Felder wachsen, die Ausfuhr von Getreide und Vieh muß zunehmen, sie wird gehemmt durch Mangel an Dünger.

Je nach den Producten, die man erzielen will, richten sich die Stoffe, die man als Dünger zu geben hat. Die Alkalien sind vorzugsweise zur Erzeugung der stickstofffreien Bestandtheile des Zuckers, Amylons, Pectins, Gummis nöthig; die phosphorsauren Salze wirken vorzüglich auf die Bildung der Blutbestandtheile. Ein mit thierischem Dünger und damit

an phosphorsauren Salzen reichlich versehener Acker bringt eine Gerste hervor, welche die Bierbrauer verwerfen, weil sie reich an Blutbestandtheilen und verhältnißmäßig arm an Amylon ist. Was also der Viehmäster am meisten schätzt, achtet der Bierbrauer gering, eben weil der Zweck des einen die Production von Fleisch, der des andern die Fabrikation von Alkohol ist.

Die Wolle, Lumpen, Haare, Klauen und Horn sind Dünger, welche theils durch ihren Gehalt an Stickstoff, theils durch ihren Gehalt an phosphorsauren Salzen Antheil an dem vegetabilischen Lebensprocesse nehmen.

100 Theile trockene Knochen enthalten 32 bis 33 Proc. trockene Gallerte; nehmen wir darin denselben Gehalt an Stickstoff wie im thierischen Leim an, so enthalten sie 5,28 Proc. Stickstoff, sie sind mithin als Aequivalent für 250 Thle. Menschen-Urin zu betrachten.

Die Knochen halten sich in trockenem oder selbst feuchtem Boden (z. B. die in Lehm oder Gyps sich findenden Knochen urweltlicher Thiere) bei Luftabschluß Jahrtausende unverändert, indem der innere Theil durch den äußern vor dem Angriffe des Wassers geschützt wird. Im feingepulverten feuchten Zustande erhitzen sie sich, es tritt Fäulniß und Verwesung ein, die Gallerte, die sie enthalten, zersetzt sich; ihr Stickstoff verwandelt sich in kohlensaures Ammoniak und in andere Ammoniaksalze, welche zum größten Theile von dem Pulver zurückgehalten werden (1 Vol. wohl ausgeglühte weißgebrannte Knochen absorbiren 7,5 Vol. reines Ammoniakgas).

Als ein kräftiges Hülfsmittel zur Beförderung des Pflanzenwuchses auf schwerem und namentlich auf Thonboden muß schließlich noch das Kohlenpulver betrachtet werden.

Schon Ingenhouß hat die verdünnte Schwefelsäure als

Mittel vorgeschlagen, um die Fruchtbarkeit des Bodens zu steigern; auf Kalkboden erzeugt sich beim Besprengen mit verdünnter Schwefelsäure augenblicklich Gyps, den sie also aufs Vollständigste ersetzen kann. 100 Thle. concentrirte Schwefelsäure, mit 800 bis 1000 Thln. Wasser verdünnt, sind ein Aequivalent für 176 Thle. Gyps.

Viele Arten von Torfasche, die meisten Steinkohlenaschen enthalten eine reichliche Menge Gyps, durch welchen sie auf viele Felder eine höchst günstige Wirkung ausüben.

Es ist ganz unmöglich, sich bei uns eine Vorstellung von all' der Sorgfalt zu machen, welche der Chinese anwendet, um den Menschenkoth zu sammeln; ihm (so berichten Davis, Fortune, Hedde und Andere) ist er der Nahrungssaft der Erde, und verdankt dieselbe ihre Thätigkeit und Fruchtbarkeit hauptsächlich diesem energischen Agens.

Der Chinese, dessen Haus noch immer, was es ursprünglich gewesen sein mag, ein Zelt ist, nur von Stein und Holz, weiß nichts von Latrinen, wie sie bei uns sind, sondern er hat in dem ansehnlichsten und bequemsten Theile seiner Wohnung irdene Kufen oder auf das Allersorgfältigste ausgemauerte Cisternen, und der Begriff der Nützlichkeit beherrscht so völlig seinen Geruchsinn, daß, wie Fortune (The Tea districts of China and India. Vol. I, p. 221) erzählt: „dasjenige, was in jeder civilisirten Stadt Europas als ein unerträglicher Mißstand (nuisance) angesehen ist, dort von allen Classen, Reich und Arm, mit dem äußersten Wohlbehagen (complacency) betrachtet wird," — „und ich bin gewiß," fährt er fort, „daß nichts einen Chinesen mehr in Erstaunen setzen würde, als wenn irgend einer sich über den Gestank beklagte, der sich von diesen Behältern verbreitet." Sie desinficiren diesen Dünger nicht, aber sie wissen vollkommen, daß derselbe durch den Einfluß

der Luft an treibender Kraft einbüßt, und suchen ihn sorgfältig vor Verdunstung zu schützen.

Nach dem Handel mit Getreide und Nahrungsmitteln ist kein Handel so ausgedehnt wie der mit diesem Dünger. In langen, plumpen Fahrzeugen, welche die Straßencanäle durchkreuzen, werden diese Stoffe täglich abgeholt, und in dem Lande verbreitet. Ein jeder Kuli, welcher des Morgens seine Producte auf den Markt gebracht hat, bringt am Abend zwei Kübel voll von diesem Dünger an einer Bambusstange heim.

Die Schätzung dieses Düngers geht so weit, daß Jedermann weiß, was ein Tag, ein Monat, ein Jahr von einem Menschen abwirft, und der Chinese betrachtet es als mehr denn eine Unhöflichkeit, wenn der Gastfreund sein Haus verläßt und ihm einen Vortheil verträgt, auf den er durch seine Bewirthung einen gerechten Anspruch zu haben glaubt. Von fünf Personen schätzt man den Werth der Ausleerungen auf zwei Teu für den Tag, was aufs Jahr 2000 Cash beträgt, ungefähr 20 Hectoliter zu einem Preis von sieben Gulden.

In der Nähe großer Städte werden diese Excremente in Poudrette verwandelt, die in der Form von viereckigen Kuchen den Backsteinen ähnlich, in die weitesten Entfernungen hin versendet werden; sie werden in Wasser eingeweicht und in flüssiger Form verbraucht. Der Chinese düngt, den Reis ausgenommen, nicht das Feld, sondern die Pflanze.

Eine jede Substanz, die von Pflanzen und Thieren stammt, wird von dem Chinesen sorgfältig gesammelt und in Dünger verwandelt; die Oelkuchen, Horn und Knochen sind hoch geschätzt, ebenso Ruß, und besonders Asche; es reicht hin zu erwähnen, um den Begriff von dem Werth thierischer Abfälle vollständig zu machen, daß die Barbiere die Abfälle der Bärte und Köpfe, welche bei Hunderten von Millionen Köpfen,

die täglich rasirt werden, schon etwas ausmachen, sorgfältig zusammenhalten und Handel damit treiben; der Chinese ist mit der Wirkung des Gypses und Kalks vertraut, und es kommt häufig vor, daß sie den Bewurf der Küchen erneuern, bloß um den alten als Dünger zu benutzen (Davis).

Kein chinesischer Landwirth säet einen Getreidesamen, bevor er in flüssiger, mit Wasser verdünnter Jauche eingequellt worden ist und angefangen hat zu keimen, und es hat ihn (so behauptet er) die Erfahrung belehrt, daß nicht nur die Entwickelung der Pflanzen dadurch befördert, sondern auch die Saat vor den im Boden verborgenen Insecten geschützt werde (Davis).

Während der Sommermonate werden alle Arten von vegetabilischen Abfällen mit Rasen, Stroh, Gras, Torf, Unkraut mit Erde gemischt, in Haufen gesetzt und, wenn diese trocken sind, angezündet, so daß sie in mehreren Tagen langsam verbrennen, und das Ganze in eine schwarze Erde verwandelt ist. Dieser Dünger wird nur zur Samendüngung verwendet. Wenn die Säezeit da ist, macht ein Mann die Löcher, ein anderer folgt und legt den Samen ein, ein dritter fügt die schwarze Erde hinzu — die junge Saat, in dieser Weise gepflanzt, entwickelt sich mit einer solchen Kraft, daß sie dadurch befähigt ist, ihre Wurzeln durch den strengen dichten Boden zu treiben, und die Bestandtheile desselben sich anzueignen (Fortune).

»Den Weizen säet der chinesische Landmann, nachdem die Samen in Mistjauche eingeweicht gewesen sind, in Samenbeete ganz dicht, und versetzt die Pflanzen; bisweilen werden auch die eingeweichten Körner sofort in den zubereiteten Acker dergestalt gesteckt, daß sie vier Zoll von einander kommen. Die Verpflanzungszeit ist gegen December; im März treibt die Saat sieben bis neun Halme mit Aehren, aber kürzeres

Stroh als bei uns. Man hat mir gesagt, daß der Weizen das 120ste Korn und darüber gebe, was die aufgewendete Mühe und Arbeit reichlich lohnt.« (Eckeberg, Bericht an die Akademie der Wissenschaften in Stockholm, 1765.)*)

Auf Tschusan und über die ganze Reisgegend von Tschekiang und Kiangsu werden zwei Pflanzen ausschließlich zur Gründüngung für den Reis cultivirt, die eine ist eine Species von Coronilla, die andere ist Klee. Breite Balkenfurchen, ähnlich denen zur Sellerie-Cultur, werden aufgeworfen, und der Samen auf die Höhenfurchen fleckchenweise, fünf Zoll von einander, eingestreut; in wenigen Tagen beginnt die Keimung, und lange ehe der Winter vorüber, ist das ganze Feld bedeckt mit üppiger Vegetation; im April werden die Pflanzen in den Boden eingebracht; es beginnt sehr rasch die Zersetzung derselben, begleitet von einem sehr unangenehmen Geruch. Diese Methode ist überall im Gebrauch, wo Reis gebaut wird (Fortune, Vol. 1, p. 238).

*) In dem »Dresdner Journal« vom 16. Sept. 1856 findet sich folgende Notiz: »Wie uns aus Eibenstock mitgetheilt wird, hat der dortige Forstinspector Thiersch bereits seit mehreren Jahren sehr gelungene Versuche mit dem Verpflanzen von Winterkorn in der Herbstzeit gemacht. Derselbe versetzte nämlich in der Mitte des Monats October die dazu bestimmten Pflänzchen, 1 Metze Aussaat auf 100 Quadratruthen Fläche, was ein ungewöhnlich ergiebiges Resultat lieferte. Es kamen Stöcke vor, die bis zu 51 Halme mit Aehren enthielten, wovon letztere wieder bis zu 100 Körner zählten.«

Ich habe Hrn. F. J. Thiersch um nähere Erläuterung seiner Versuche gebeten, und nach seiner Mittheilung über Kosten und Ertrag scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, daß auf reichen Feldern und in Gegenden, wo es an Händen nicht fehlt, das chinesische Culturverfahren auch bei uns Vortheile verspricht. Einer meiner Freunde, welcher das Versuchsfeld sah, theilte mir mit, daß er an einer zufällig ausgerissenen (nicht ausgewählten) Pflanze 21 Halme mit vollen Aehren gezählt habe. Für arme Felder paßt diese Cultur durchaus nicht.

Rückblick.

Die Menge der in der Luft enthaltenen Nahrungsstoffe ist, verglichen mit der Luftmasse, sehr gering.

Wenn man alle Kohlensäure- und Ammoniaktheilchen, die in der Luft zerstreut enthalten sind, sich in einer Schicht um die Erde herum gesammelt denkt, so würden diese Gase, wenn sie dieselbe Dichte wie an der Meeresfläche hätten, die Kohlensäure etwas mehr wie acht Fuß, das Ammoniakgas kaum zwei Linien Höhe haben; beide werden von der Pflanze der Luft entzogen und die Atmosphäre wird natürlich ärmer daran.

Wäre die ganze Oberfläche der Erde eine zusammenhängende Wiese, von welcher jährlich auf einem Hectar 100 Centner Heu geerntet werden könnten, so würde in 21—22 Jahren die Atmosphäre aller darin enthaltenen Kohlensäure durch die Wiesenpflanzen beraubt sein, und alles Leben würde dann ein Ende haben; die Luft würde aufhören für die Pflanzen fruchtbar zu sein, d. h. eine unentbehrliche Lebensbedingung für ihre Entwickelung darzubieten. Wir wissen, daß für die ewige Dauer des organischen Lebens gesorgt ist; der Mensch und die

Thiere leben von dem Pflanzenleib; alle organischen Wesen haben nur ein vorübergehendes, verhältnißmäßig kurzes Bestehen; in dem Lebensproceß der Thiere verwandelt sich die Nahrung, die ihn unterhält, in das, was sie ursprünglich war; eine ganz gleiche Veränderung wie die Nahrung erleiden die Leiber aller Thiere und Pflanzen nach ihrem Tode; ihre verbrennlichen Elemente werden in Kohlensäure und Ammoniak zurückgeführt.

Die Dauer des organischen Lebens ist, wie man sieht, in Beziehung auf die verbrennlichen Elemente, aus denen der Pflanzen- und Thierleib sich bildet, auf das Engste geknüpft an die Wiederkehr dieser Bedingungen; für diese hat der Schöpfer einen großen Kreislauf eingerichtet, an welchem der Mensch sich betheiligen kann, der aber ohne sein Zuthun sich erhält.

Da, wo die Nahrung in der Form von Korn und Feldfrüchten auf dem Boden sich anhäuft und wächst, sind nahebei Menschen und Thiere, die sie verzehren und welche durch das zwingende Naturgesetz ihrer eigenen Erhaltung, diese Nahrung immer wieder zurück in die ursprünglichen Nahrungselemente verwandeln.

Die Luft ruht nie, sie ist immer, auch wenn nicht der leiseste Wind weht, auf- oder absteigend in Bewegung; was sie an Nahrungsstoff verlor, empfängt sie sogleich von einem anderen Orte aus immer fließenden Quellen wieder.

Die Erfahrungen in der Wald- und Wiesencultur geben zu erkennen, daß die Atmosphäre eine für die Vegetation unerschöpfliche Menge Kohlensäure enthält.

Wir ernten auf gleichen Flächen Wald- oder Wiesenboden, in welchem die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile vorhanden sind, ohne daß ihnen ein kohlenstoffhaltiger Dünger

zugeführt wird, in der Form von Holz und Heu, eine Quantität Kohlenstoff, welche gleich ist und in vielen Fällen mehr beträgt als die Kohlenstoffmenge, welche das Culturland in der Form von Stroh, Korn und Wurzeln hervorbringt.

Es ist klar, daß dem Culturlande eben so viel Kohlensäure durch die Atmosphäre zugeführt und zur Aufnahme dargeboten wird, als einer gleichen Fläche Wiese oder Wald, daß der Kohlenstoff dieser Kohlensäure von unseren Culturpflanzen assimilirt wird oder assimilirbar ist, wenn die Bedingungen zu seiner Aufnahme, zu seinem Uebergange in einen Bestandtheil dieser Gewächse sich auf unseren Aeckern vereinigt vorfinden.

Der Ertrag einer Wiese, oder der gleichen Fläche Wald an Kohlenstoff, ist unabhängig von einer Zufuhr an kohlenstoffreichem Dünger, er ist abhängig von dem Vorhandensein gewisser Bodenbestandtheile, welche keinen Kohlenstoff enthalten, so wie von den Bedingungen, welche den Uebergang derselben in die Pflanzen vermitteln.

Wir sind nun häufig im Stande, den Ertrag unseres Culturlandes an Kohlenstoff durch Zufuhr von gebranntem Kalk, durch Asche und Mergel zu erhöhen, durch Materien also, welche den Pflanzen keinen Kohlenstoff abgeben können; und es ist nach diesen wohlbegründeten Erfahrungen vollkommen gewiß, daß wir in diesen Materien das Feld mit gewissen Bestandtheilen versehen, die den darauf cultivirten Pflanzen ein Vermögen geben, was sie vorher nur in einem geringern Grade besaßen, das Vermögen nämlich, an Masse und damit an Kohlenstoff zuzunehmen.

Es kann hiernach nicht geleugnet werden, daß die Unfruchtbarkeit des Feldes oder sein geringerer Ertrag an Kohlenstoff nicht abhängig war von einem Mangel an Kohlensäure

oder an Humus, denn wir können ja diesen Ertrag bis zu einer gewissen Grenze durch Zufuhr von Stoffen steigern, welche keinen Kohlenstoff enthalten; die nämliche Quelle aber, welche der Wiese und dem Walde den Kohlenstoff lieferte, steht auch unseren Culturgewächsen offen; es handelt sich also in der Agricultur hauptsächlich darum, die besten und zweckmäßigsten Mittel anzuwenden, um den Kohlenstoff der Atmosphäre, nämlich die Kohlensäure, in die Pflanzen unserer Felder übergehen zu machen. In den mineralischen Nahrungsstoffen gibt die Kunst des Ackerbaues den Pflanzen diese Mittel, um den Kohlenstoff aus einer Quelle sich anzueignen, deren Zufluß unerschöpflich ist; beim Mangel an diesen Bodenbestandtheilen würde auch die reichlichste Zufuhr an Kohlensäure oder an verwesenden Pflanzenstoffen den Ertrag des Feldes nicht erhöht haben.

Die Menge Kohlensäure, welche aus der Luft in die Pflanze übergehen kann, ist in einer gegebenen Zeit beschränkt durch die Quantität von Kohlensäure, welche mit den Organen der Aufsaugung in Berührung gelangt.

Der Uebergang der Kohlensäure aus der Luft in den Organismus der Pflanze findet durch die Blätter Statt; die Aufsaugung der Kohlensäure kann nicht vor sich gehen ohne Berührung der Kohlensäuretheilchen mit der Oberfläche des Blattes oder des Pflanzentheils, der sie aufnimmt.

In einer gegebenen Zeit steht mithin die Menge der aufgenommenen Kohlensäure in geradem Verhältnisse zu der Blattoberfläche und zu dem in der Luft enthaltenen Kohlensäurequantum.

Zwei Pflanzen derselben Art, von gleicher Blattoberfläche (Aufsaugungsfläche), nehmen in gleichen Zeiten unter gleichen Bedingungen eine und dieselbe Menge Kohlenstoff auf.

In einer Luft, welche doppelt soviel Kohlensäure enthält,

nimmt unter denselben Bedingungen eine Pflanze doppelt soviel Kohlenstoff auf*).

Eine Pflanze, deren Blattoberfläche nur halb so groß ist wie die einer anderen, wird in derselben Zeit eben so viel Kohlenstoff aufnehmen, wie diese zweite Pflanze, wenn wir ihr doppelt so viel Kohlensäure zuführen. Ganz dieselben Beziehungen bestehen zwischen dem Umfang der Auffaugungsorgane (Blätter und Wurzeln) und der Menge der in einer gegebenen Zeit von der Pflanze aufnehmbaren Stickstoff-Nahrung.

Hieraus ergibt sich für die Culturpflanzen die so nützliche Wirkung des Humus und aller verwesenden organischen Substanzen.

Die junge Pflanze kann, wenn sie auf die Luft allein angewiesen ist, nur im Verhältnisse zu ihrer auffaugenden Oberfläche an Kohlenstoff zunehmen, und es ist klar, daß, wenn ihre Wurzeln in der nämlichen Zeit durch die Mitwirkung des Humus dreimal so viel Kohlensäure zugeführt erhalten, als die Blätter aufnehmen, so wird, die Bedingungen der Assimilation des Kohlenstoffs als gegeben vorausgesetzt, ihre Gewichtszunahme das Vierfache betragen. Es werden sich also viermal soviel Blätter, Knospen, Halme rc. bilden, und in dieser vergrößerten Oberfläche empfängt die Pflanze ein in dem nämlichen Grade gesteigertes Auffaugungsvermögen von Nahrungsstoff aus der Luft, welches weit über den Zeitpunkt hinaus in Thätigkeit bleibt, wo die Zufuhr an Kohlenstoff durch die Wurzeln aufhört.

In Beziehung auf die Aufnahme der Nahrung und die Richtung ihrer Verwendung besteht zwischen den dauernden Ge-

---

*) Boussingault sah, daß Traubenblätter, die in einem Ballon eingeschlossen waren, der durchgeleiteten Luft alle Kohlensäure vollständig entzogen, so groß auch die Geschwindigkeit des Luftstroms, welcher durchging, sein mochte. (Dumas, leçon p. 23.)

wächsen und den einjährigen Pflanzen ein beachtungswerther Unterschied; denn wenn auch die Fähigkeit, Nahrung aufzunehmen, bei den verschiedenen Pflanzengattungen gleich sein mag, so ist doch der für ihre Lebenszwecke nöthige Bedarf, der Zeit nach, ungleich: um in der kürzeren Periode ihres Lebens ein Maximum von Entwickelung zu erreichen, bedarf die einjährige Pflanze mehr als die zweijährige, diese mehr als die dauernde Pflanze.

Die günstigen Bedingungen des Pflanzenlebens wirken gleich nützlich auf die perennirende Pflanze, allein ihre Entwickelung hängt nicht in gleichem Grade von zufälligen und vorübergehenden Witterungsverhältnissen ab; in ungünstigen wird ihr Wachsthum nur der Zeit nach zurückgehalten; sie vermag die wiederkehrenden günstigen abzuwarten und während in ihrer Zunahme einfach ein Stillstand eintritt, hat das einjährige Gewächs die Grenze seines Lebens erreicht und stirbt ab.

Der Umkreis, aus welchem die perennirende Pflanze ihre Nahrung zieht, erweitert sich von Jahr zu Jahr; wenn ihre Wurzeln an einer Stelle nur wenig vorfinden, so empfängt sie ihren Bedarf von anderen, daran reicheren Stellen.

Die einjährige Pflanze verliert in jedem Jahre ihre Wurzeln, die perennirende behält ihre Wurzeln, bereit in jeder günstigen Zeit zur Aufnahme ihrer Nahrung; viele behalten ihren Stengel oder Stamm, in welchem sich der aufgenommene und nicht verbrauchte Theil der Nahrung für den künftigen Bedarf der Blätter und Knospen anhäuft; daher gedeihen auf einem verhältnißmäßig armen Boden diese Gewächse mit Ueppigkeit, auf welchem einjährige Gewächse einer Zufuhr von Nahrung durch die Hand des Menschen bedürfen.

Einjährige Gewächse können auf die Dauer auf demselben Boden nicht einander folgen, ohne ihn zu erschöpfen, und es

folgen in der Wechselwirthschaft am vortheilhaftesten perennirende Pflanzen den einjährigen und umgekehrt.

Eine einjährige Pflanze ist um so unabhängiger von einer Zufuhr an atmosphärischen Nahrungsmitteln, je mehr sie sich in ihrem Verhalten den perennirenden nähert. So lange eine Pflanze frische Blätter treibt, behält sie und erhält sich ihr Vermögen, Kohlensäure und Ammoniak aus der Atmosphäre zu schöpfen und sie ist in der Zeit dieser Aufnahme um so weniger einer Zufuhr dieser Stoffe durch den Boden bedürftig.

Eine Erbsenpflanze, welche in derselben Zeit, wo ihre Samen reifen, frische Blätter und Blüthen treibt, nimmt und empfängt mehr verbrennliche Elemente aus der Atmosphäre, als die Kornpflanze, deren Blätter und grüne Stengel nach der Blüthe und mit dem Reifen der Samen abwelken und ihre Aufnahmsfähigkeit für die atmosphärische Nahrung verlieren.

Man versteht hiernach, warum die eine Pflanze durch Düngung zur richtigen Zeit mit organischen Stoffen, welche in ihrer Verwesung den Wurzeln Kohlensäure und Ammoniak zuführen, an Pflanzenmasse gewinnt und eine größere Menge von Samen liefert als eine andere, deren Ertrag dadurch kaum erhöht wird.

Der Humus, als die Kohlensäurequelle im Culturlande, wirkt nun aber nicht allein nützlich als Mittel zur Vergrößerung des Kohlenstoffgehaltes der Pflanze, sondern durch die in einer gegebenen Zeit vergrößerte Masse der Pflanze ist in der That ja auch Raum für die Aufnahme der für die Ausbildung neuer Blätter und Zweige nothwendigen Bodenbestandtheile gewonnen.

Von der Oberfläche der jungen Pflanze aus verdunstet unausgesetzt Wasser, dessen Quantität in geradem Verhältnisse zur Temperatur und dieser Oberfläche steht. Die zahlreichen

Wurzelfasern ersetzen, gleich eben so vielen Pumpwerken, das verdunstete Wasser, und so lange dieser Boden feucht oder mit Wasser durchdrungen ist, nimmt die Pflanze die ihr unentbehrlichen Bodenbestandtheile durch Vermittelung des Wassers auf. Von einer Pflanze mit doppelter Oberfläche verdunstet doppelt so viel Wasser als aus einer Pflanze mit einfacher. Indem das in die Pflanze aufgenommene Wasser wieder als Dampf austritt, bleiben die durch seine Vermittelung zugeführten Salze und Bodenbestandtheile in der Pflanze zurück. Bei sonst gleichen Verhältnissen empfängt eine Pflanze mit größerer Blattoberfläche vom Boden eine größere Menge von Bodenbestandtheilen, als eine Pflanze mit kleinerer Oberfläche.

Während die Entwickelung der letzteren, wenn die weitere Zufuhr aufhört, eine baldige Grenze erreicht, dauert die der anderen fort, eben weil sie eine größere Quantität der zur Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe nothwendigen Bedingungen, d. h. Bodenbestandtheile, enthält. In beiden wird sich nur eine, den vorhandenen *mineralischen Samenbestandtheilen* entsprechende Anzahl oder Masse von Samen bilden können; in derjenigen Pflanze, welche mehr phosphorsaure Alkalien und Erdsalze enthält, entstehen mehr Samen als in der anderen, welche in der nämlichen Zeit weniger davon aufnehmen konnte.

So sehen wir denn in einem heißen Sommer, wenn die weitere Zufuhr von Bodenbestandtheilen durch Mangel an Wasser abgeschnitten ist, daß die Höhe und Stärke der Pflanze, sowie die Entwickelung der Samen in geradem Verhältnisse steht zu der Menge der in der vorhergegangenen Periode ihres Wachsthums aufgenommenen Bodenbestandtheile.

Auf einem und demselben Felde ernten wir in verschiedenen Jahren ein sehr ungleiches Verhältniß von Korn und

Stroh. Für gleiche Gewichte Korn von derselben chemischen Zusammensetzung ist in dem einen Jahre der Strohertrag um die Hälfte größer, oder auf gleiche Gewichtsmengen Stroh (Kohlenstoff) ernten wir in dem einen Jahre doppelt so viel Korn als in dem anderen.

Ernten wir aber von gleicher Oberfläche doppelt so viel Korn, so haben wir eine entsprechende Menge Bodenbestandtheile mehr in diesem Korne; ernten wir doppelt so viel Stroh, so haben wir doppelt so viel Bodenbestandtheile in diesem Strohe.

In dem einen Jahre wird der Weizen 3 Fuß hoch und liefert pr. Morgen 1200 Pfd. Samen, in dem nächsten Jahre wieder um einen Fuß höher und liefert nur 800 Pfd. Samen.

Der ungleiche Ertrag entspricht unter allen Umständen dem ungleichen Verhältnisse der zur Bildung des Korns und Strohes aufgenommenen Bodenbestantheile. Das Stroh enthält und bedarf die phosphorsauren Salze so gut wie das Korn, nur in einem weit kleineren Verhältnisse. Wenn in einem nassen Frühlinge die Zufuhr derselben nicht in gleichem Verhältnisse stattfindet wie die der Alkalien, der Kieselsäure und der schwefelsauren Salze; wenn die der letzteren größer ist, so nimmt der Ertrag an Samen ab, weil der Strohertrag größer wird; es wird nämlich eine gewisse Menge von phosphorsauren Salzen zur Ausbildung der Blätter und Halme verwendet, die sonst zu Samenbestandtheilen übergegangen wären; ohne einen Ueberschuß der phosphorsauren Salze bildet sich der Samen nicht aus. Ja, wir können durch den bloßen Ausschluß dieser Salze den Fall künstlich eintreten machen, wo die Pflanze eine Höhe von 3 Fuß erreicht, wo sie zum Blühen kommt, ohne überhaupt Samen zu tragen.

Angenommen, wir hätten alle Bedingungen der Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe unseren Culturpflanzen

in reichlichster Menge gegeben, so besteht demnach die Wirkung des Humus in einer beschleunigten Entwickelung der Pflanze, in einem Gewinne an Zeit; in allen Fällen wächst durch den Humus der Ertrag an Kohlenstoff, der, wenn die Bedingungen zu seinem Uebergange in andere Verbindungen fehlen, die Form annimmt von Amylon, Zucker, Gummi, von Materien also, welche keine mineralischen Bestandtheile enthalten.

Das Moment der Zeit muß in der Kunst des Ackerbaues mit in Rechnung genommen werden, und in dieser Beziehung ist der Humus für die Gemüsegärtnerei von ganz besonderer Wichtigkeit.

Die Getreidepflanzen und Wurzelgewächse finden auf unseren Aeckern in den Ueberresten der vorhergegangenen Vegetation eine ihrem Gehalte an den im Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsstoffen entsprechende Menge von verwesenden Pflanzenstoffen, und damit Kohlensäure genug zu ihrer beschleunigten Entwickelung im Frühlinge vor; eine jede weitere Zufuhr von Kohlensäure, ohne eine entsprechende Vermehrung von in die Pflanze übergangsfähigen Bodenbestandtheilen, würde ohne allen Nutzen sein.

Als Nahrungsmittel ist das Ammoniak der Pflanze eben so unentbehrlich wie die Kohlensäure, und seine günstige Wirkung in dem Dünger ist leicht zu verstehen, wenn man sich an die des Wassers erinnert.

Das Wasser spielt in der Vegetation eine doppelte Rolle: es liefert den Pflanzen in einem seiner Bestandtheile ein unentbehrliches Element, und dann dient es, um die Bodenbestandtheile durch die Wurzeln in die Pflanze übergehen zu machen. Wenn der Boden auch noch so reich an Pflanzennahrung ist, so wachsen in heißen Tagen die Pflanzen nicht, wenn es an Wasser im Boden fehlt; die Feuchtigkeit im Boden ist

die Brücke, welche den Uebergang der mineralischen Nahrung vermittelt.

Wenn es an der Zufuhr dieser Stoffe mangelt, so nehmen die Blätter weder Kohlensäure noch Ammoniak aus der Luft auf; die Vegetation steht still, obwohl die Luft in heißen Tagen reicher an Wasser ist als in kalten, aber dieses Wasser nützt der Pflanze nichts. Die sonnereichen warmen Tage, sonst die günstigsten für die Entwicklung des Gewächses, werden alsdann zu den gefährlichsten, namentlich für die Sommergewächse, welche nicht Zeit genug hatten ihre Wurzeln in die Tiefe zu treiben, wo noch Feuchtigkeit ist, die ihnen Nahrung zuführen kann. Die Gerste wird dann eine Hand hoch und schießt in Aehren, die Kartoffeln setzen keine Knollen an. Ein einziger guter Regenfall zur rechten Zeit ändert alles dieß wie mit einem Zauberschlag, und wenn der Landwirth seine Felder beregnen lassen könnte zur rechten Zeit, wie der Blumengärtner seine Blumentöpfe wässert, so würden alle Pflanzen ein Maximum von Erträgen geben; selbstverständlich nur dann, wenn es an aufnehmbarer Nahrung nicht fehlt, denn wenn der Boden daran Mangel hat, so hat man nur ein dem Mangel entsprechendes Maximum zu erwarten. Indem also das Wasser mehr Bodenbestandtheile übergangsfähig macht, nehmen die Pflanzen mehr Kohlenstoff und Stickstoff auf, ihre Entwicklung wird beschleunigt und das Erntegewicht nimmt zu.

Ganz so verhält es sich mit dem Ammoniak. Vermehren wir den Ammoniakgehalt der Luft oder des Bodens, so findet die Pflanze zu günstiger Zeit mehr von diesem Nahrungsmittel als sonst vor, und die Folge davon ist, daß in entsprechender Weise mehr Bodenbestandtheile wirksam werden. Da mit den Blättern täglich nur ein gewisses Luftvolum in Berührung kommen kann, so kann die Pflanze aus dieser Luft nicht

mehr Ammoniak und Kohlensäure aufnehmen als sie enthält, und es gehört demnach zur Aufnahme oder Vermehrung der Pflanzenmasse eine gewisse Zeit; nimmt sie an jedem Tage gleichviel auf, so nimmt sie in zwei Tagen doppelt so viel als in einem Tag.

Wenn die Pflanze an günstigen Tagen doppelt oder viermal so viel mineralische Nahrung empfangen hätte als sonst, so wird der Ueberschuß warten müssen, um wirksam zu sein, bis so viel Kohlensäure und Ammoniaktheilchen durch die Blätter hinzugekommen sind, daß sie zusammen zu Pflanzenbestandtheilen übergehen können. Keiner von den Nahrungsstoffen der Pflanzen wirkt für sich allein, wenn die anderen nicht dabei sind und mitwirken. Wenn wir demnach, da es an Kohlensäure in der Regel nicht fehlt, den Ammoniakgehalt des Bodens oder der Luft vermehren, so wird unter sonst gleichen Umständen die Entwickelung der Pflanze außerordentlich beschleunigt, was nichts anderes sagen will, als daß der Zuwachs an Pflanzenmasse in der Zeit größer ist, wie man dieß in Mistbeeten sieht. Wären die Bodenbestandtheile nicht in der Pflanze gegenwärtig gewesen, so würde das Ammoniak nicht die allergeringste Wirkung auf den Ertrag gehabt haben.

Die Versuche von Kuhlmann, Schattenmann und Lawes lehren übereinstimmend, daß die Ammoniaksalze einen vorwaltenden günstigen Einfluß auf die Halm- und Blattentwicklung äußern und wenn sich dieser Einfluß in gleicher Weise auf die unterirdischen Organe, auf die Wurzeln erstreckt, so dürfte sich herausstellen, daß die Wirkung des Ammoniaks die Entwicklung derjenigen Organe, welche zur Aufnahme der Nahrung bestimmt sind, befördert und unterhält und daß diese Salze, zur richtigen Zeit angewendet, die Anzahl der Blätter und Wurzelfasern vermehren.

Dieser Umstand erklärt die günstigen Wirkungen, welche ammoniakreiche Düngmittel auf die Vegetation im Frühling ausüben, während ihr Einfluß unter sonst gleichen Umständen im Sommer nur gering ist.

Wenn die Pflanze in der That in der ersten Zeit ihrer Entwicklung eine entsprechende Anzahl von Blättern und Wurzelfasern gewonnen hat, so kann, wenn die anderen Nahrungsstoffe im Boden nicht fehlen, eine weitere Zufuhr von Ammoniak für die Ausbildung des Gewächses nicht von großem Nutzen sein, da die vorhandenen Blätter jetzt aus der Luft aufzunehmen und zu empfangen vermögen, was sie an stickstoffreicher Nahrung zur Samenbildung bedürfen. Im Sommer ist die Luft reicher an Wasserdampf als im kälteren Frühling und da nach allen hierüber angestellten Untersuchungen der Ammoniakgehalt der Luft mit der Temperatur und ihrem Wassergehalte steigt, so finden die Pflanzen aus diesem Grunde im Sommer mehr Ammoniak in der Luft vor als im Frühling, und man kann es als eine Regel betrachten, daß die Gewächse in der kälteren Jahreszeit abhängiger sind von einer Zufuhr von Ammoniak aus dem Boden als in der wärmeren, oder daß die Anwendung stickstoffreicher Düngmittel im Frühling am nützlichsten für die Gewächse ist.

Als eine ziemlich allgemeine Erfahrung hat es sich in Schottland und England herausgestellt, daß zu einer guten und sicheren Ernte von Rüben die phosphorsauren Erdsalze nicht immer genügen; im Mai gesäet muß denselben ein ammoniakreiches Düngmittel zugesetzt werden, während die Rüben in der Mitte Juni gesät, mit Phosphaten allein, in der Regel ebenso gut als in Verbindung mit Ammoniak gedeihen.

Es lassen sich hieraus ziemlich genau die Fälle bestimmen, in welchen das Ammoniak geradezu schädlich wirkt; denn während

ammoniakreicher Dünger das Wachsthum des blätterreichen Kopfkohles befördert und verlängert, hindert derselbe die Entwicklung der Wurzeln der Turnipsrübe; auf Stellen, auf denen Misthaufen lagen, treibt diese häufig nur Stengel und Blätter; unter denselben Verhältnissen treibt die Mangoldrübe die stärksten Wurzeln; die Blüthezeit dieser Pflanze wird hierdurch aufgehalten und verzögert.

Damit eine Pflanze blühe und Samen trage, scheint es bei vielen nothwendige Bedingung zu sein, daß die Thätigkeit der Blätter und Wurzeln eine gewisse Grenze, einen Ruhepunkt erreiche; erst von da an scheint die vegetative Thätigkeit nach einer neuen Richtung die Oberhand zu gewinnen und die vorhandenen Säfte, wenn sie nicht weiter zur Ausbildung neuer Blätter und Wurzelfasern in Anspruch genommen werden, dienen jetzt zur Bildung der Blüthe und Samen.

Mangel an Regen und damit an Zufuhr von Nahrung beschränkt die Blattbildung und befördert die Blüthezeit bei vielen Pflanzen. Trockne und kühle Witterung beschleunigt die Samenbildung. In warmen und feuchten Klimaten tragen die Cerealien im Sommer gesäet wenig oder keinen Samen, und auf einem an Ammoniak armen Boden kommen die Wurzelgewächse weit leichter zum Blühen und Samentragen, als auf einem daran reichen.

Bei der Anwendung stickstoffreicher Dünger muß darum der Landwirth den Zweck klar vor Augen haben, den er erreichen will. Wie man einem Thier, wenn man es mästen und dabei gesund erhalten will, nicht mehr Futter täglich gibt, als es verdauen kann, so sollte es bei der Pflanze sein.

Der Dünger muß immer eine solche Beschaffenheit haben, daß er der Pflanze die ihr angemessene Nahrung in jeder Periode ihres Wachsthums darbietet. Pflanzen von längerer Ve-

getationszeit haben deswegen keine oder nur eine geringere Zufuhr von stickstoffreichem Dünger nöthig als andere von kurzer; bei solchen, welche kräftig und rasch sich zu entwickeln vermögen und die kürzeste Vegetationszeit haben, sind die concentrirten Düngstoffe denen vorzuziehen, welche ihre wirksamen Bestandtheile nur langsam abgeben. In trocknen Gegenden gedeiht der Winterweizen nach Klee ohne weitere Düngung, während der im Frühling gesäete Weizen in der Regel von der Anwendung des peruanischen Guano oder des Chilisalpeters (top dressing) den größten Vortheil zieht.

Von einer gleichen Fläche Land erntet man in verschiedenen Culturgewächsen eine sehr ungleiche Menge von Blut- und Fleischbestandtheilen oder von Stickstoff. Bezeichnet man die Stickstoffmenge, welche auf einem Felde in der Form von Korn und Stroh im Roggen geerntet wird, mit der Zahl 100, so erntet man auf derselben Fläche

im Hafer	114
im Weizen	118
in Erbsen	270
im Klee	390
in Turnips	470.

Die Erbsen, Bohnen und Futtergewächse liefern hiernach in der landwirthschaftlichen Cultur mehr Stickstoff als die Getreidearten; die Erbsen und Bohnen liefern mehr wie doppelt, der Klee und die Turnipsrübe liefern drei bis viermal mehr Fleisch- und Blutbestandtheile als der Weizen. Der Klee und die Rüben vermögen auf vielen Feldern diesen höheren Ertrag zu liefern ohne im Dünger Stickstoff zu empfangen. Durch Asche kann dieser Ertrag bei dem Klee, durch schwefelsaure Knochenerde bei den Turnips noch gesteigert werden.

In der Cultur zeigt sich der stickstoffhaltige Dünger beson-

ders nützlich für die Getreidepflanzen, obwohl auch das Wachsthum der Klee- und Wurzelgewächse auf vielen Feldern mächtig dadurch gesteigert wird; im Allgemeinen beweist das üppige Gedeihen der Futtergewächse auf Feldern, die keinen stickstoffhaltigen Dünger empfangen haben, daß die Nützlichkeit oder Nothwendigkeit dieser Dünger für die Getreidefelder nicht bedingt sein kann durch einen Mangel an Zufuhr von Stickstoff aus natürlichen Quellen, und nicht daraus erklärt werden kann, weil es den Getreidepflanzen an dieser Zufuhr gefehlt habe. Die über einem Klee- und Kornfeld schwebende Luftsäule bietet dem Korn ebenso viele Kohlensäure- und Ammoniaktheilchen dar als dem Klee, und auf dem nämlichen Boden, auf welchem der Landwirth einen sehr geringen Ertrag an Stickstoff in Korn und Stroh hatte, erntet er, wenn er eine Futterpflanze darauf baut, das Drei- und Vierfache an stickstoffhaltigen Bestandtheilen; die nämliche Quelle, woraus die Kleepflanze ihren Bedarf an Stickstoff schöpfte, stand auch der Kornpflanze offen, und wenn die Kleepflanze das Drei- bis Vierfache empfing, so konnte die Kornpflanze keinen Mangel daran haben. Es ist ganz sicher, daß ein Boden, welcher einen geringen Ertrag an Korn geliefert hat, nicht fruchtbarer wird für Korn, auch wenn demselben die reichlichsten Mengen Ammoniak zugeführt werden.

Der Grund des Nichtgedeihens des Korns muß demnach in anderen Verhältnissen liegen, und die nächstliegende Ursache muß in der Beschaffenheit des Bodens gesucht werden.

Auf der anderen Seite kann es nicht bezweifelt werden, daß zwei an den fixen Nahrungsmitteln der Gewächse gleich reiche Felder dennoch ungleich fruchtbar für Korngewächse sind, wenn das eine derselben mehr kohlenstoff- und stickstoffreiche organische Materien als das andere enthält; das hieran reichere liefert einen höheren Ertrag an Korn und Stroh; es ist ferner

gewiß, daß von zwei Feldern, welche eine gleiche Zufuhr an fixen Nahrungsstoffen im Dünger empfangen haben, wenn das eine gleichzeitig, in organischen Materien, noch überdieß eine Kohlensäure- und Ammoniakquelle empfängt und das andere nicht, daß dieses eine Feld einen höheren Ertrag an Korn im Allgemeinen liefert als das andere.

Diese Steigerung des Ertrags findet in diesen Verhältnissen statt für Kornpflanzen sowohl wie für andere jährige Gewächse, welche eine schwache Blattentwickelung und Wurzelverzweigung haben, und die Ursache der Nützlichkeit einer Zufuhr von organischen und stickstoffreichen Materien ist leicht erkennbar.

Durch die Düngung seiner Felder mit stickstoffreichem Dünger übt der Landwirth einen unmittelbaren Einfluß auf die Erträge derselben aus, und es steht die Wirkung dieser Dünger durch ihren Stickstoffgehalt im umgekehrten Verhältniß zu der auffaugenden Blatt- und Wurzeloberfläche und zu der Vegetationszeit der gebauten Pflanzen.

Auf Pflanzen mit großer Blattoberfläche (Erbsen, Rüben) oder längerer Vegetationszeit (Wiesenpflanzen, Klee) ist die Wirkung des Stickstoffs im Dünger geringer als auf Halmgewächse. Das Ammoniak ist als Nahrungsmittel für alle Gewächse nothwendig, aber seine Zufuhr im Dünger ist im landwirthschaftlichen Sinn nicht gleich nützlich für alle Culturpflanzen.

Die Erfahrung hat den Landwirth gelehrt, in dieser Beziehung einen Unterschied zu machen; er düngt in der Regel ein Kleefeld nicht mit stickstoffreichen Materien, weil der Ertrag an Klee in der Regel nicht merklich oder nur unbedeutend dadurch gesteigert wird, während durch Düngung seiner Kornfelder mit diesen Stoffen die Erträge derselben zu seinem Vortheil zunehmen.

Der Landwirth benutzt darum die Futtergewächse als Mittel zur Erhöhung der Fruchtbarkeit seiner Kornfelder.

Die Futtergewächse, welche ohne stickstoffreichen Dünger gedeihen, sammeln aus dem Boden und verdichten aus der Atmosphäre in der Form von Blut- und Fleischbestandtheilen das durch diese Quellen zugeführte Ammoniak; indem er mit diesen Futtergewächsen, mit dem Kleeheu, den Rüben rc. sein Rindvieh, seine Schaafe und Pferde ernährt, empfängt er in ihren festen und flüssigen Excrementen den Stickstoff des Futters in der Form von Ammoniak und stickstoffreichen Producten und damit einen Zuschuß von stickstoffreichem Dünger oder von Stickstoff, den er seinen Kornfeldern gibt.

Immer stammt der Stickstoff, womit der Landwirth seine Kornfelder düngt, aus der Atmosphäre; jedes Jahr führt er eine gewisse Menge Stickstoff in Schlachtvieh und Korn, in Käse oder Milch von seinem Gute aus; allein sein Betriebskapital an Stickstoff erhält und vermehrt sich, wenn er durch die Cultur von Futtergewächsen, im richtigen Verhältniß, den Ausfall zu ersetzen weiß.

In den gemäßigten Zonen sind es gewöhnlich die einjährigen Gewächse, welche die Nahrung des Menschen erzeugen, und es ist die Aufgabe des Landwirths, durch diese seinen Feldern ebenso viel an ernährenden Stoffen für den Menschen abzugewinnen, als eine gleiche Fläche Land mit perennirenden Gewächsen an Nahrungsstoffen für das Thier liefert. Für das Thier, das für sich selbst nicht sorgen kann, sorgt die Natur, während der Mensch für die Sicherung seines Bestehens das Vermögen empfangen hat, die Naturgesetze zu Dienern seiner Bedürfnisse zu machen.

Das beste Getreidefeld, welches gedüngt worden ist, erzeugt im Ganzen nicht mehr Blut- und Fleischbestandtheile als eine

gute Wiese, die keinen stickstoffhaltigen Dünger empfangen hat; ungedüngt würde das Getreidefeld weniger als die Wiese hervorgebracht haben.

Was den Kornpflanzen in der Aufnahme ihrer atmosphärischen Nahrungsstoffe aus natürlichen Quellen, der Zeit nach, fehlt um ein Maximum an Korn und Stroh zu erzeugen, was die sparsamen Blätter während ihrer kurzen Lebensdauer aus der Luft nicht aufzunehmen vermögen, führt der Landwirth durch die Wurzeln zu.

Was die Wiesenpflanzen in acht Monaten an atmosphärischen Nahrungsmitteln aufnahmen und was die Culturpflanzen, deren Aufnahmezeit auf vier bis sechs Monate beschränkt ist, aus der Luft nicht empfangen konnten, ersetzt der Landwirth demnach im Dünger und er bewirkt damit, daß die Kornpflanzen jetzt, in der kürzeren Zeit ihres Lebens, ebenso viel Stickstoff zur Aufnahme und Aneignung vorfanden als den Wiesenpflanzen aus natürlichen Quellen dargeboten wurde.

Die Wirkung stickstoffreicher Düngmittel und ihre Vortheilhaftigkeit in den einzelnen Fällen erklärt sich demnach daraus, daß der Landwirth gewissen Pflanzen von schwacher Blatt- und Wurzelentwicklung und kurzer Vegetationszeit in Quantität im Dünger zuführt, was ihnen an Zeit zur Aufnahme aus natürlichen Quellen mangelt.

Nicht in allen Fällen führt der Landwirth den Stickstoff, womit er die Erträge seiner Kornfelder steigert, in der Form von Ammoniak zu, in welcher er in den in Fäulniß übergegangenen Menschen- und Thierexcrementen enthalten ist. Er benutzt dazu häufig noch andere stickstoffreiche Stoffe wie Horn und Hornspähne, getrocknetes Blut, frische Knochen, Repskuchenmehl u. dergl.

Wir wissen, daß diese sowie alle stickstoffreichen Stoffe,

welche von Thieren und Pflanzen stammen, nach und nach im Boden verwesen, und daß ihr Stickstoff allmälig in Salpetersäure und Ammoniak übergeht, welches letztere von der Ackerkrume aufgesaugt und festgehalten wird.

In allen den Fällen, in welchen das Ammoniak als solches einen günstigen Einfluß auf die Erträge hat, wirken auch diese Stoffe in Beziehung auf ihren Stickstoffgehalt ganz gleich dem Ammoniak, nur ist ihre Wirkung langsamer, weil sie je nach ihrer Zersetzbarkeit im Boden einer gewissen Zeit bedürfen, ehe ihr Stickstoff in Ammoniak übergeht; getrocknetes Blut und Fleisch, sowie die stickstoffreichen Bestandtheile des Repsmehles wirken schneller wie der Leim der Knochen, dieser schneller wie Horn und Hornspähne.

Die unwidersprechlichsten Thatsachen beweisen, daß mit dem Gehalt des Bodens an organischen oder verbrennlichen Stoffen, oder mit deren Zufuhr allein, die Fruchtbarkeit der Felder nicht zunimmt; daß die Düngung eines Weizenfeldes mit stickstoffreichen Stoffen, mit Ammoniaksalzen z. B., den Kornertrag in vielen Fällen vermindert, statt zu erhöhen, und daß die stickstoffreichen Düngmittel nur dann einen günstigen Einfluß auf die Erträge ausüben, wenn sie begleitet sind von den Aschenbestandtheilen der Gewächse, und daß sie für sich nur auf solche Felder eine günstige Wirkung haben, welche an den Aschenbestandtheilen der Gewächse reich sind. Wenn die Atmosphäre jährlich dem Felde ersetzt, was es an Stickstoffnahrung an die ausgeführten landwirthschaftlichen Producte abgegeben hat, so kann es durch die fortgesetzte Cultur nicht ärmer und nie erschöpft an Stickstoffnahrung werden, und es folgt daraus von selbst, daß wir durch Zufuhr stickstoffreicher Dünger oder von Ammoniaksalzen allein die Fruchtbarkeit der Felder, ihr Ertragsvermögen nicht zu steigern vermögen, sondern daß ihr Productions-

vermögen mit den im Dünger zugeführten fixen Nahrungsmitteln steigt oder abnimmt.

Die Bildung der Blutbestandtheile, der stickstoffhaltigen Bestandtheile in unseren Culturpflanzen ist an die Gegenwart gewisser Materien geknüpft, welche der Boden enthält; fehlen diese Bodenbestandtheile, so wird auch bei der reichlichsten Zufuhr kein Stickstoff assimilirt; das Ammoniak in den thierischen Excrementen übt nur deshalb die günstige Wirkung aus, weil es begleitet ist von den zu seinem Uebergange im Blutbestandtheile nöthigen anderen Stoffen.

Das Ammoniak beschleunigt und befördert das Wachsthum der Pflanzen auf allen Bodenarten, in welchen die Bedingungen seiner Assimilation sich vereinigt vorfinden; es ist aber völlig wirkungslos in Beziehung auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, wenn diese Bedingungen fehlen.

Wir können uns denken, daß das Asparagin der wirksame Bestandtheil der Spargel- und Althäwurzel, daß die stickstoff- und schwefelreichen Bestandtheile des Senfsamens und aller Cruciferen erzeugbar sind ohne alle Mitwirkung der Bodenbestandtheile. Wären aber die *organischen* Blutbestandtheile in den Pflanzen erzeugbar, könnten sie gebildet werden auch ohne die Mitwirkung der *anorganischen* Blutbestandtheile, ohne Kali, Natron, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk, so würden sie für uns, für die Thiere, welche auf die Pflanzennahrung angewiesen sind, dennoch keinen Nutzen haben, sie würden den Zweck, zu dem sie die Weisheit des Schöpfers bestimmt hat, nicht erfüllen. Ohne die Alkalien, die phosphorsauren Salze, kann sich kein Blut, keine Milch, keine Muskelfaser bilden, die unverbrennlichen Bestandtheile der Knochen der Thiere bestehen aus phosphorsauren Erden.

In dem Harne und den festen Excrementen der Thiere

führen wir Ammoniak und damit Stickstoff unseren Culturpflanzen zu, dieser Stickstoff ist begleitet von allen mineralischen Nahrungsstoffen, und zwar genau in dem Verhältnisse, wie beide in den Pflanzen, die den Thieren zur Nahrung dienten, enthalten waren, oder was das nämliche ist, in dem Verhältnisse, in welchem beide von einer neuen Generation von Pflanzen verwendbar sind.

Man wird demnach über die außerordentliche Wirkung des Guano auf die Vermehrung der Kornerträge sich nicht wundern können, denn der Guano enthält nicht allein die Bedingungen zur Kornbildung, welche der Boden hergeben muß, sondern auch in dem Ammoniak einen unentbehrlichen Nahrungsstoff, der ihre Wirkung in der Zeit steigert und erhöht. Auf manchen Feldern kann das Ammoniak im Guano bei günstiger Witterung möglicherweise doppelt so viel von diesen Bodenbestandtheilen wirksam machen, und in einem Jahr einen Ertrag liefern, den diese Bodenbestandtheile für sich allein erst in zwei Jahren geliefert hätten.

Man wird ferner einsehen, daß das Ammoniak für sich allein, einem Boden gegeben, der die Bedingungen zur Kornbildung in genügender Menge enthält, eine günstige Wirkung auf die Erhöhung des Ertrags haben muß; da man aber in dem geernteten Korn mehr von den Bedingungen hinwegnimmt, die das Ammoniak wirksam gemacht haben, so müssen die Erträge des Feldes in den folgenden Jahren — wenn man fortfährt Ammoniak zu geben ohne die hinweggenommenen Bodenbestandtheile zu ersetzen — in eben dem Grad abnehmen, als sie im ersten und zweiten Jahre höher gewesen sind.

Das Ammoniak ist mit einem Worte ein sehr nützliches Düngmittel, wenn es begleitet ist von den Bodenbestandtheilen,

die es wirksam machen, oder wenn es im Boden die zu seiner Wirksamkeit nothwendigen Bedingungen vorfindet, und es wird vollkommen werthlos für den Landwirth, wenn er für den Ersatz oder die Zufuhr dieser Bedingungen nicht Sorge trägt.

In einem Boden, welcher reich genug an Stickstoff und arm an einzelnen für die Cultur mancher Gewächse unentbehrlichen Bodenbestandtheilen ist, ist die Anwendung des Ammoniaks oder seiner Salze jedenfalls unnützlich, und häufig geradezu schädlich. Auf einem solchen Boden, dem es einfach an Phosphorsäure fehlt, wird diese — unbegleitet von Ammoniak — als Düngmittel dieselbe Wirkung haben, welche der Guano in gleichem Grad vielleicht nicht hervorbringen würde. Eine Düngung mit saurem phosphorsaurem Kalk (Phosphorit) erhöhte auf einem der ärmsten ausgenutzten Felder in der Umgegend Münchens, in Versuchen, welche das Generalcomité des landwirthschaftlichen Vereins zu Schleißheim ausführen ließ, den Kornertrag (Sommerweizen) um mehr als das Doppelte des ungedüngten Stückes. Wäre dieses Stück mit Guano gedüngt worden, so würde der Ertrag ohne allen Zweifel den des ungedüngten Stückes weit überstiegen haben, und ein Anhänger der sogenannten Stickstofftheorie würde eben so zweifellos dem im Guano zugeführten Ammoniak die Wirkung zugeschrieben haben, von welcher in dem erwähnten Versuch nicht die Rede sein kann. Durch dasselbe Düngmittel hat man an vielen anderen Orten, ohne alle Mitwirkung von Ammoniak, Erträge an Korn erhalten, welche die mit Guano erzielten häufig übertrafen, und daß für Felder dieser Art das Pfund Ammoniak keinen Pfennig werth ist, liegt auf der Hand.

Auch der Grund hiervon ist durch die chemische Untersuchung des Bodens ermittelt worden; es hat sich ergeben, daß die meisten Felder auf zehn bis zwölf Zoll Tiefe hundert-, fünf-

hundert-, oft tausendmal mehr Ammoniak in einer ähnlichen Form enthalten, als es im verrotteten Stallmist, im Knochenmehl oder Repskuchenmehl enthalten ist, und man sieht ein, wenn es nur an einem einzigen der anderen Bodenbestandtheile mangelt, daß der vorhandene Reichthum an Ammoniak nicht wirksam und thätig sein kann.

In der Umgebung Magdeburgs hat man angefangen die Brennrückstände der Rübenzuckermelasse, welche die löslichen Salze der Runkelrübe (keine Ammoniaksalze) enthalten, als Düngmittel zu verwenden, und ich bin versichert worden, daß damit auf einem und demselben Felde mehrere Jahre hintereinander die reichsten Reps- (ebenfalls eine Rübe-) Ernten erzielt worden sind. Für ein jedes Feld gibt es ein solches Mittel; wenn man sich aber begnügt, das Ammoniak lobzupreisen, so findet man es nicht.

Der Boden enthält niemals freies Ammoniak, und während der Fäulniß des Mistes geht der größte Theil des freigewordenen in eine chemische Verbindung mit den humosen Bestandtheilen desselben über, die es direct der Jauche entziehen, woher es denn kommt, daß diese verhältnißmäßig arm an diesem Bestandtheil ist. Führt man freies Ammoniak oder ein Ammoniaksalz dem Felde zu, so geht es augenblicklich mit den Bestandtheilen der Ackerkrume eine Verbindung ein, von welcher die Pflanze diesen Nahrungsstoff empfängt. In dieser Weise häufte und häuft sich das im Regen zugeführte Ammoniak im Boden an, und man sollte deshalb verständigerweise kein Geld für das theuerste aller Düngmittel ausgeben, ehe man sich versichert hat, daß weder phosphorsaurer Kalk für sich oder mit Schwefelsäure aufgeschlossen, oder Asche, oder beide vereinigt, oder Kalk eine Wirkung auf dem Feld, zunächst bei Hackfrüchten, auf welche man Halmgewächse folgen läßt, her-

vorbringen. Erst wenn dieß alles geschehen, ist die Anwendung des Ammoniaks gerechtfertigt.

Der mächtige Einfluß, welchen der Guano und ähnliche stickstoffreiche Düngmittel auf die Steigerung der Kornerträge ausübt, hat zu einer Zeit, wo man die Unentbehrlichkeit der anderen Nährstoffe zur Wirksammachung der Stickstoffnahrung noch nicht kannte, zu der Vorstellung geführt, daß das Ammoniak der vorzugsweise wichtige Düngerbestandtheil sei, daß man für seine Zufuhr vor Allem Sorge tragen müsse und daß der Werth der Düngmittel im Verhältniß stehe zu ihrem Stickstoffgehalte. Diese Ansicht ist aus einem verzeihlichen Irrthum hervorgegangen, in den man früher in der Wissenschaft nur allzuoft verfiel und dem man darum heute noch begegnet.

Es ist ganz richtig, daß man den landwirthschaftlichen Werth der Guanosorten und aller Excremente von Thieren für die Samenproduction sehr genau messen und nach dem gewonnenen Maßstab beurtheilen kann durch ihren Stickstoff- und Ammoniakgehalt, und es liegt der begangene Fehler wesentlich darin, daß man, auf diese an sich wahren Thatsachen gestützt, die Wirkung dieser Dünger in den Stickstoff hineinlegte, der in dieser Wirkung eine Rolle, aber in den meisten Fällen eine sehr untergeordnete spielt. Es ist dieß derselbe Irrthum, welchen Lavoisier und Davy begingen, als der eine den Sauerstoff, der andere den Wasserstoff als das säure-erzeugende Princip bezeichnete.

Um dieß zu verstehen, muß man sich an die Zusammensetzung der Samen, des Fleisches und derjenigen Pflanzenbestandtheile erinnern, welche zur Bildung des Blutes dienen und welche eine dem Fleisch ähnliche Zusammensetzung besitzen. In allen diesen Stoffen sind die verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes enthalten. Ein Mensch,

der von Brot lebt, nimmt in seinen Leib die Aschenbestandtheile der Samen auf, aus denen das Mehl des Brotes bereitet ist; seine Excremente enthalten die Aschenbestandtheile dieser nämlichen Samen. Aus dem Brot entsteht das Fleisch, und die Excremente der Menschen und Thiere, die von Fleisch leben, sind ihren Elementen nach identisch mit denen der Menschen oder Thiere, die von Brot oder Samen leben. Brot, Fleisch und Blut enthalten einen stickstoffreichen Stoff, der, in der Nahrung genossen, zur Unterhaltung der Lebensfunctionen oder des Stoffwechsels dient; der Stickstoff dieses Bestandtheils tritt bei dem erwachsenen Thiere täglich in eben der Menge im Harn und in den Fäces wieder aus, in welcher er in der Nahrung genossen wurde.

Die Excremente der Menschen und Thiere enthalten demnach nicht nur die Aschenbestandtheile der Samen, des Fleisches, der Bestandtheile der Wurzeln, Knollen, Kräuter &c., welche Blut und Fleisch im Körper der Thiere gebildet haben, sondern sie enthalten auch den größten Theil des Stickstoffs dieser Samen, des Fleisches und der fleisch- und blutbildenden Bestandtheile.

Es ist nun durch die genausten chemischen Analysen (s. S. 1 bis 49 Ergebnisse landwirthschaftlicher und agricultur-chemischer Versuche des Generalcomités des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern, München, Literarisch-artistische Anstalt, 1857), wie bereits erwähnt, festgestellt worden, daß zwischen der Stickstoffmenge in den Samen und ihrem Gehalt an Phosphorsäure oder phosphorsauren Salzen (zwischen dem Stickstoff und den Aschenbestandtheilen der Samen) ein festes unveränderliches Verhältniß besteht, so zwar, daß man, wenn man den Stickstoffgehalt kennt, aus diesem den Gehalt an Phosphorsäure oder phosphorsauren Salzen berechnen kann.

Das nämliche oder ein sehr nahe gleiches Verhältniß findet sich naturgemäß in den festen oder flüssigen Excrementen; beide zusammen enthalten den Stickstoff und die Aschenbestandtheile des Brotes, Fleisches ꝛc. der verzehrten Nahrung, und man versteht mithin leicht, daß man in ganz ähnlicher Weise aus der Bestimmung des Stickstoffgehalts der Excremente ziemlich genau ihren Gehalt an mineralischen Samen- und Fleischbestandtheilen ermitteln könnte.

In der Wirklichkeit ist dieses Verhältniß geändert; der Stickstoff in den Excrementen verwandelt sich in der Fäulniß in Ammoniak, von dem ein Theil durch Verdunstung, ein Theil durch Versickerung der flüssigen Jauche, noch ehe die Fäulniß begonnen hat, mit den vorzüglich wirksamen löslichen Salzen verloren geht (ein Verlust, der durch Zusatz von absorbirenden Erden vermieden werden könnte und sollte). Darum ist der Stickstoffgehalt des Inhalts der Latrinen, Poudrette, des Stallmistes und des Guano kein richtiges Maß für ihren landwirthschaftlichen Wirkungswerth, der auf ihrem Gehalt an den Bestandtheilen der Samenasche beruht; aber von zwei Guano*sorten*, die man analysirt, kann man mit ziemlicher Sicherheit diejenige als die reinste ansehen, welche in Procenten das meiste Ammoniak enthält; eine jede Verfälschung vermindert diesen Gehalt; dasselbe gilt von der Poudrette, welche sehr häufig an 50 Proc. Sand (Kehrsand) und fremde zur Ernährung der Gewächse unnütze Stoffe enthält, und höchst wahrscheinlich auch vom Stallmist.

Es ist deshalb nicht ungereimt, sondern wohlbegründet, zu sagen, daß der Werth der Guanosorten, der Poudrette und des Stallmistes in einem gewissen Verhältniß zu ihrem Stickstoffgehalt stehe, aber der Schluß, den man daraus gezogen hat: daß ihr ganzer Werth, ihre ganze Wirkung auf die Felder auf

diesem Stickstoffgehalt beruhe, daß diese Dünger mithin in der Cultur mit gleichem Erfolge ersetzt und vertreten werden könnten durch Ammoniak und seine Salze, ist keiner Begründung fähig und eine Uebereilung.

Es ist überhaupt eine der niederschlagendsten Erscheinungen in der Landwirthschaft, daß in der Beurtheilung des Werthes eines Düngmittels und seiner Wirkung oft die gebildetsten Männer auf alles Urtheil und den gesunden Menschenverstand verzichten.

Man kann bei der Vergleichung der Wirkung des Guanos, Knochenmehls und Chili-Salpeters zur Zeit der Ernte oder nach Ablauf eines Jahres nicht einen Strich unter die Rechnung machen und sagen: der Guano oder der Chili-Salpeter sind bessere Dünger als das Knochenmehl, weil so viele Pfunde mehr Korn mit dem erstern geerntet worden sind als mit dem andern. Der gesunde Menschenverstand lehrt, daß man die Wirkung einzelner Düngmittel nach dem Zustande beurtheilen müsse, in welchem sie das Feld hinterlassen.

Es ist wohl klar, daß wenn nach einer hohen Ernte, die man mit Chili-Salpeter in einem Jahre erzielt hat, das Feld im darauf folgenden Jahre eine doppelte Düngung erhalten muß, um den gleichen Ertrag hervorzubringen, man in diesem Falle viel Geld ausgegeben hat, um nichts zu gewinnen; und ich fürchte sehr, daß die Landwirthe, wenn sie eine genaue Rechnung über die Erträge einer Reihe von Jahren und den Düngeraufwand — neben Chili-Salpeter — anstellen werden, daß sie für die Ausgabe, die sie für den Chili-Salpeter gemacht haben, kaum etwas mehr als eine sehr schöne dunkelgrüne Farbe ihrer Gewächse in der ersten Zeit ihrer Vegetation erzielt haben.

Man kann Guano mit Chili-Salpeter und Knochenmehl (oder Phosphorit) in ihrer Wirkung nur der Zeit nach vergleichen. Wenn der Guano, womit man gleichzeitig neben Chili-Salpeter ein Stück Feld gedüngt hat, im zweiten Jahr den Kartoffelertrag und im vierten den Kleeertrag sehr bemerklich erhöht, während eine Quantität Chili-Salpeter von demselben Geldwerth eine gleiche Erhöhung nicht zur Folge hat, so müssen, wenn man nicht ganz oberflächlich verfahren will, diese Nachwirkungen mit in Anschlag gebracht werden. Und wenn der Ansteller von vergleichenden Versuchen mit Guano und andern Düngmitteln, im Fall der Guano im ersten Jahr die stärkste Wirkung gehabt hat, auf den größern Stickstoffgehalt in Guano hinweist, und den Schluß daran knüpfen will, daß eben dieses Stickstoffgehalts wegen die Wirkung größer geworden ist, so muß man ihn fragen: warum er denn nicht mit derselben Ammoniakmenge, die sich im Guano befand, auf einer gleichen Fläche Land ebenfalls einen vergleichenden Versuch angestellt, und in dieser Weise eine Elle sich verschafft hat, um die Wirkung des Ammoniaks im Guano zu messen.

Dieß ist bis jetzt von keinem dieser Versuchsansteller geschehen, so wie sie denn auch dem Landwirth verschweigen, daß die ausgedehntesten und genauesten Versuche von Lawes, Kuhlmann u. a. darthun: daß ein Pfund Ammoniak im Guano eine fünfmal stärkere Wirkung hat als ein Pfund Ammoniak in der Form eines Ammoniaksalzes. (Die Wirkung des reinen Ammoniaks ist ganz unbekannt.) Es ist einleuchtend, daß diese stärkere Wirkung nur daher kommt, weil das Ammoniak im Guano begleitet ist von Materien, welche ebenfalls wirken, und wenn durch diese die Wirkung des Ammoniaks vervierfacht wird, so handelt man doch offenbar weise, wenn man, überall wo man Ammoniak geben kann und geben will, dafür sorgt,

daß jene Stoffe dabei sind, damit auch in diesen Fällen seine Wirkung die fünffache sei.

Von einem jeden Hectare Weizenfeld führt der kornerzeugende Landwirth in einer Mittelernte Korn (2000 Kil.) 70 Pfd. mineralische Samenbestandtheile, darunter 34 Pfd. Phosphorsäure und 21 Pfd. Kali, den Verzehrern in den großen Städten zu, und von seinem Feld aus; in einem Ochsen von 550 Pfd. empfängt die Stadt 183 Pfund Knochen, welche nahe an 120 Pfd. phosphorsauren Kalk enthalten und im Fleisch, in der Haut und den übrigen Theilen des Ochsen 15 Pfd. phosphorsaure Salze, identisch mit den Samenbestandtheilen des Roggens*).

Die jährlichen flüssigen und festen Ausleerungen von einer Million Bewohner großer Städte (Männer, Frauen und Kinder) wiegen in staubig trocknem Zustande 45 Mill. Pfd.; in diesen befinden sich 10,300,000 Pfd. Mineralsubstanzen, großentheils Aschenbestandtheile des Brotes und Fleisches (5 Mill. Pfd. Knochen des Schlachtviehs, sowie die Mineralsubstanzen in den Ausleerungen der Pferde 2c. ungerechnet). Diese Ausleerungen der Menschen allein enthalten an phosphorsauren Salzen 4,580,000 Pfund.

Der Abfluß dieser Materien von dem Land nach den Städten hat seit Jahrhunderten stattgehabt, und erneuert sich jedes Jahr, und kein Theil derselben ist auf die Felder der Landwirthe, die sie geliefert haben, zurückgekehrt; nur wenige

*) In der Stadt München wurden im Jahre 1855/56 an Kühen und Ochsen 16,301 Stück geschlachtet, welche, im Mittel zu 5 Ctr. gerechnet, 8,150,500 Pfd. wogen; hierzu kommen an Kälbern, Schweinen und Schafen 66,786 St. zu 70 Pfd. Mittelgewicht, 5,675,020 Pfd. In diesen Zahlen sind die auf der Freibank, von den Wirthen und Köchen geschlachteten Thiere nicht einbegriffen.

Procente davon werden in den Gärten und den Feldern in den nächsten Umgebungen der Städte benutzt.

Es ist vollkommen thöricht zu glauben, daß der Verlust dieser für die Fruchtbarkeit der Felder so wesentlichen Stoffe keinen Einfluß auf die Erträge derselben gehabt hätte. In der That muß auch der Verblendetste in Schrecken gerathen über die enorme Größe dieses Verlustes, wenn er die erstaunliche Steigerung der Erträge an Korn und Fleisch ins Auge faßt, die man erzielt hat, seitdem man durch Anwendung von Guano anfing einen sehr kleinen Bruchtheil der Korn- und Fleischbestandtheile den daran beraubten Feldern wiederzugeben. Ich habe erwähnt, daß die Bestandtheile des Guano identisch sind mit den Bestandtheilen der menschlichen Ausleerungen. In den in Sachsen an sechs verschiedenen Orten für diesen Zweck besonders angestellten lehrreichen Versuchen hat sich herausgestellt, daß ein mit Guano gedüngtes Feld in drei auf einander folgenden Jahren für 10 Pfund Guano einen Mehrertrag über ein ungedüngtes gleiches Stück von 15 Pfd. Weizenkorn, 40 Pfd. Kartoffeln und 28 Pfd. Klee geliefert hat, im Ganzen von 50 Pfd. Kornwerth. Je nach der Beschaffenheit der Felder wechseln diese Mehrerträge im ersten Jahre von 10 bis 20, in England bis zu 22 und 28 Pfd. Korn für 10 Pfd. Guano*).

---

*) „Von den Orten, wo das Korn erzeugt wird, ist in den Vereinigten Staaten der Markt hundert und tausend von Meilen entfernt und die Folgen geben sich in der Thatsache zu erkennen, daß der Boden beinahe überall erschöpft ist, daß der Wohlstand, anstatt zuzunehmen, abnimmt.

„In welchem Verhältnisse derselbe sich vermindert, ist kürzlich durch einen ausgezeichneten Landwirth gezeigt worden, durch welchen wir erfahren:

„daß die Phosphorsäure und das Kali, welches jährlich den Feldern genommen wird ohne einen bemerkenswerthen Ersatz, nach dem gewöhnlichen Marktpreise einen Werth von zwanzig Millionen Dollar hat;

daß die Aschenbestandtheile von 600 Millionen Bushel Korn jährlich dem Boden genommen werden, ohne bemerkenswerthen Ersatz;

Ohne einen Fehler zu begehen, kann man demnach annehmen, daß die Einfuhr von einer Million Centner Guano gleichbedeutend ist einer Erhöhung der Production von fünf Millionen Centnern Kornwerth, den man mit dem im Umlauf vorhandenen selbst erzeugten Düngercapital allein nicht hätte produciren können; dieses producirt für sich seinen Theil genau so wie wenn der Guano nicht mitgewirkt hätte.

---

daß die ganze jährliche Verschwendung an den Mineralbestandtheilen des Korns gleich ist „fünfzehnhundert Millionen Bushel Korn".

„Vorauszusetzen, sagt der Urheber dieser Schätzungen, daß dieser Stand der Dinge von Dauer und wir als Nation an Wohlstand zunehmen könnten, ist einfach lächerlich (ridiculous). Es ist blos eine Zeitfrage, und die Zeit wird das Problem in unverkennbarer Weise lösen: Was wir mit unserer Bodenschlächterei und Verschwendung verlieren, ist die Essenz unserer Lebensfähigkeit.

„Unser Land ist noch nicht schwach geworden durch diesen Verlust seines Lebensblutes, aber die Stunde ist bezeichnet, wo, wenn unser gegenwärtiges System dauert, das letzte Zucken des Herzens der Nation aufhören wird, wo Amerika, Griechenland und Rom zusammen stehen werden unter den Ruinen der Vergangenheit.

„Die nationalökonomische Frage ist nicht, wie viel wir zu produziren vermögen, sondern wie viel von unseren jährlichen Producten dem Boden wieder gegeben wird. Arbeit zum Raube des Bodens verwendet ist schlimmer als hinweggeworfene Arbeit. In dem letztern Falle ist sie ein Verlust für die gegenwärtige Generation, im andern ist die Armuth die Erbschaft der Nachkommen.

„Verschwendung, Herr Präsident, ist ein Verbrechen, welches seine Strafe in dem natürlichen, moralischen und politischen Verfall findet, auf welchen ich Ihre Aufmerksamkeit gelenkt habe. — Seine Wirkungen zeigen die Thatsachen, daß in New-York vor 80 Jahren 25 bis 30 Bushel Weizen der gewöhnliche Ernteertrag waren; er ist jetzt 12, der Mais gibt nur 25 Bushel. In Ohio, einem Staate, welcher vor 80 Jahren noch eine Wildniß war, ist der Mittelertrag von Weizen weniger als 12 Bushel und er nimmt ab, anstatt zuzunehmen. In Virginien, auf einem weiten Landstrich, einst der reichste im Staate, ist der Mittelertrag von Weizen weniger als sieben Bushel, während in Nord-Carolina Land bebaut wird, welches wenig mehr als diesen Ertrag an Mais gibt. In Virginien und Kentucky wurde Tabak gebaut bis der Boden gänzlich erschöpft war und verlassen werden mußte, und in den Baumwollengegenden begegnen wir

Wir haben seit Jahrhunderten den großen Städten in dem Fleisch und den Feldfrüchten die Bestandtheile des Guanos zugeführt, und diesen Guano nicht zurückgebracht, und wir schicken jetzt Schiffe nach Chili, Peru und nach Afrika, und holen uns diesen Guano zurück. Für je 45 Mill. Pfund zahlen wir an das Ausland die Summe von 3 Mill. Gulden.

Unsere Felder haben durch jene Ausfuhr an Fruchtbarkeit verloren; hätten sie dieß nicht, wie wäre es denkbar oder nur möglich, daß wir durch die Zufuhr derselben ihre Fruchtbarkeit hätten steigern können!? Ein in der besten Beschaffenheit befindliches Feld sollte durch kein Düngmittel in seiner Ertragsfähigkeit gesteigert werden können, und auf gut bewirthschafteten Gütern ist der Mehrertrag durch den Guano darum in der Regel viel geringer als auf schlechten; während er auf den ersteren, sobald sein Preis um etwas höher steigt, keine lohnenden Erträge mehr gibt, werden ihn die schlechten Wirthschafter immer noch, und mit Recht, als ein Mittel preisen, das ihnen Vortheile gewährt.

In den Jahren 1855 bis 1856 sind über 10 Mill. Ctr. Guano eingeführt worden, von welchem der größte Theil in England blieb; man hat seit einem halben Jahrhundert über 80 Mill. Ctr. Knochen in England eingeführt, und alles dieß ist, auf die Feldfläche Großbritanniens berechnet, nicht der Rede

---

einem Zustand der Erschöpfung, welche durch die kurze Zeit, in welcher sie geschehen, ohne Beispiel in der Welt ist. Die Leute, welche Baumwolle und Tabak bauen, leben von ihrem Kapital, sie verkaufen ihren fruchtbaren Boden in ihren Producten zu einem so niedern Preise, daß sie für jeden Dollar den Werth von fünf zerstören."

(Letters to the President on the foreign and domestic Policy of the Union and the effects as exhibited in the condition of the people and the State. By H. C. Carey. Philadelphia, J. B. Lippincolt & Co. 1858. Tenth letter, p. 54.)

werth und ein Tropfen gegen das Meer von dem, was man in den Ausleerungen der Menschen durch die Flüsse dem Meer zugeführt hat.

Das was die Landwirthschaft im Ganzen durch den Ankauf fremder Düngmittel von dem Verlust, den die Felder jährlich erleiden, möglicherweise decken kann, ist sehr gering. Im Jahre 1852 betrug der Guanoverbrauch in Sachsen in den Kreisdirectionsbezirken Dresden, Leipzig, Zwickau und Bautzen 60,000 Ctr., und es kamen auf 400 Acker Feld (= 55,3 Hectare) 16,9 Ctr.; dieß macht auf den Acker $4^1/_5$ Pfd., oder auf den Hectar 3,82 Kilogr. In diesen 3,82 Kilogr. Guano sind (bei den guten Sorten) nicht über $1^1/_3$ Kilogr. mineralische Samenbestandtheile, von denen man im Korn allein jährlich 35 Kilogr. vom Hectar hinwegnimmt. Wenn demnach Sachsen in einem Jahr 1,428,000 Ctr. Guano mit 35 Proc. Aschenbestandtheilen (für etwa $5^1/_2$ Mill. Thlr.) einführt, so ist dieß nicht mehr, als was allen sächsischen Feldern zusammengenommen in einer einzigen Ernte Korn entzogen worden ist.

Man muß auf diese Zahlen nicht mehr Werth legen als sie verdienen; sie sind genau genug um darzuthun, daß unsere Felder unberechenbar fruchtbarer sein würden, daß wir jetzt unendlich mehr Nahrung für die Menschen auf eben der Fläche zu ernten vermöchten, daß wir nicht die Hälfte derselben dem Vieh opfern müßten — wenn unsere Voreltern einsichtig und sorgsam den Guano aus den Städten wieder zurückgeholt und ihren Feldern einverleibt hätten, den sie in ihren Feldfrüchten dem Feld entzogen haben.

Es gibt unter den Gewerbtreibenden keinen, dessen Sinn mehr auf den augenblicklichen und vorübergehenden Gewinn gerichtet ist als der des gewöhnlichen Bauers, obwohl gerade bei

diesem das Gegentheil vermuthet werden sollte, keinen, der im industriellen Sinne weniger zu rechnen versteht.

Der kluge Landwirth, welcher den Bauern in seiner Umgegend ihre Kartoffeln abkauft um Branntwein daraus zu brennen, oder den Reps um Oel daraus zu schlagen, weiß, daß jede Kartoffelernte von zwei Tagwerken Feld, die ihm der Bauer verkauft, in ihren Rückständen ihm drei Ernten Roggen (Samen) oder eine volle Ernte Reps einbringt; er weiß, daß ein jeder Centner Reps ihm in den Repskuchen zwei Centner Weizenkorn werth ist, und in der Anlage seiner Brennerei oder Oelmühle bringt er diese Vortheile in diesem Zuwachs an den Bedingungen der Fruchtbarkeit seiner Felder in Rechnung.

Der Bauer, der ihm diese Kartoffeln oder den Reps verkauft, weiß, daß der andere diesen Zuwachs für erheblich hält, er selbst hält ihn aber für seine Felder für unerheblich; es fällt ihm gar nicht ein dafür zu sorgen, daß er die Düngerbestandtheile mit Aufopferung eines Theils des empfangenen Silbers für sein Feld zurückerhält. Der Repssamenverkäufer sollte, wenn er Landwirth ist, nur das Oel, der Kartoffelverkäufer den Industriellen nur das Stärkmehl verkaufen, denn nur in dieser Weise erhält sich der Kreislauf.

Der Landwirth veräußert aber nicht blos Korn, er veräußert Kartoffeln, Rüben (zur Zuckerfabrikation), Tabak, Hanf, Flachs, Krapp, Mohn, Reps und Wein.

Indem der korn- und fleischerzeugende Landwirth in seinen Producten nur Phosphorsäure, Alkalien und alkalische Erden ausführt, behält er die Bestandtheile des Strohes und der Futtergewächse auf seinen Feldern zurück, sie wandern in dem Wechsel seiner Gewächse von einem Feld zum andern; der tiefer wurzelnde Klee und die Rüben entziehen sie dem Untergrund, und durch den Mist häufen sie sich fortwährend in der Acker-

krume an. Die Ackerkrume sowie sein Mist empfangen jährlich einen Zuwachs an löslicher Kieselsäure, an Alkalien und Salzen mit alkalischer Basis; ihr Gehalt an phosphorsauren Salzen nimmt stetig ab.

Man wird hieraus verstehen, warum die Düngung seiner Felder mit eben diesen Stoffen — mit löslicher Kieselsäure, mit Kali und Kalisalzen — auf den Feldern des korn- und fleischerzeugenden Landwirths nicht die allergeringste Wirkung hervorbringt, denn seine Felder enthalten in der Regel einen Ueberschuß davon, der ebenfalls wegen des Mangels an phosphorsauren Salzen keine Wirkung hat. Man wird ferner verstehen, warum der korn- und fleischerzeugende Landwirth auf die Zufuhr von phosphorsauren Salzen, von Guano und Menschenexcrementen einen Werth vorzugsweise, und auf die anderen Pflanzennahrungsstoffe so gut wie keinen Werth legt.

Auf solchen Feldern kann die einfache Düngung mit Menschenexcrementen eine unendliche Reihe von Jahren hindurch hohe Kornernten liefern mit oder ohne alle Mitwirkung von Stalldünger, allein die fortgesetzte Anwendung von Guano erschöpft auch dieses Land. Die Menschenexcremente enthalten die im Korn und Fleisch entzogenen Bodenbestandtheile vollständig; in dem Guano fehlt es zum vollständigen Ersatz an einer gewissen Menge Kali. Darum nimmt auf kali-armen (auf Kalk- und Sand-) Feldern nach einer gewissen Zeit seine Wirkung bemerklich ab, und man stellt sie alsdann durch kalireiche Holzasche wieder her.

Ein ganz anderes Verhältniß findet statt bei dem Kartoffel- und Rübenerzeuger, der seine Früchte an den Branntweinbrenner oder Zuckerfabrikanten veräußert.

In dem mittleren Ertrag von 3 Hectaren Feld veräußert

der Kartoffelerzeuger die Samenbestandtheile von vier Weizenernten und noch außerdem über 600 Pfd. Kali.

In den Erträgen von 3 Hectaren Feld veräußert der Rübenerzeuger die Samenbestandtheile von vier Weizenernten und 10 Centner Kali. Eine einzige Zuckerfabrik, die zu Waghäusel, bringt jedes Jahr an 200,000 Pfund Kalisalze, welche aus den Melassenrückständen gewonnen werden, in den Handel, die von den Feldern der badischen Rübenpflanzer stammen.

Es ist einleuchtend, daß in der Cultur der Kartoffeln und Rüben zwei Ursachen der Erschöpfung auf die Felder einwirken: es wird ihnen in diesen Früchten in jeder Ernte ein Drittel mehr phosphorsaure Salze entzogen als in der Cultur des Weizens, und außerdem eine enorme Quantität an Kali und Kalisalzen. Rüben- und Kartoffelfelder, welche reich an Kali sind, können hiernach durch die einfache Düngung mit Guano oder mit saurem phosphorsaurem Kalk in ihren Erträgen gesteigert werden; da aber der Guano und der Knochendünger das entzogene Kali nicht ersetzen, so tritt für diese Felder nach einer Reihe von Jahren eine um so größere Erschöpfung ein. Auf andern Rüben- und Kartoffelfeldern (alkali-armen) besitzt der alkali-reiche Stallmist eine den Guano übertreffende Wirkung.

Die Erzeuger von Handelsgewächsen sind in Bezug auf den Ersatz der durch diese den Feldern entzogenen Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit in der ungünstigsten Lage. Der Tabakpflanzer führt in den Tabaksblättern eine enorme Quantität von Bodenbestandtheilen aus (im Klee-Heu z. B. nicht über 10 Procent, in den Tabaksblättern 18 bis 24 Procent). Wenn er Futterfelder hat, die ihm den Dünger für seine Tabakspflanzen liefern, so ist er in die Lage eines Landwirthes versetzt, der seinen Klee, seine Rüben rc. verkauft, d. h. er kommt in wenigen Jahren an eine Grenze, wo seine Felder keinen Tabak mehr lie-

fern, und er wendet sich, um den ihm nöthigen Ersatz zu erhalten, an seine korn- und fleischerzeugenden Nachbarn, und kauft diesen zu hohen Preisen ihren Klee und ihre Rüben in ihrem Stalldünger ab. Wenn dieser Nachbar auch in der Ueberschätzung seines Ueberflusses an Mist dem Tabakspflanzer davon abgibt, so kommt er meistens bald von seinem Irrthum zurück, indem er wahrnimmt, daß seine Erträge abnehmen; er wird zunächst gewahr, daß man den Dünger nicht nach seinem Willen erzeugen kann, und daß der Rath: „er solle nur mehr Futter erzeugen, dann werde das Getreide von selbst kommen", ihm nichts nützt; er wird gewahr, daß sein Mist ihm das sechste oder siebente Korn für sieben, vielleicht für zehn Ernten und darin seinen ganzen Gewinn geliefert hat, den er in seinem Mist im voraus, auf viele Jahre hinaus, zu einem Schleuderpreis verkauft hat — der Mist ist ihm nicht mehr feil.

Der Tabakspflanzer, welcher anfänglich den Dünger in der Nähe hatte, wendet sich nun an Fleisch- und Körnererzeuger, welche diese Erfahrung, die sein Nachbar machte, erst machen müssen, und so erweitert sich in jedem Jahr sein Raubgebiet, bis er dann zuletzt genöthigt ist, seinen Dünger in den Städten zu holen, und die Elemente, die dem Städtedünger fehlen, auf anderm Wege zu ergänzen.

Ganz dasselbe Verhältniß tritt in Ländern mit ausgedehntem Weinbau ein. Die Weinberge haben in der Regel eine geneigte Lage und keine Ackerkrume; der Boden ist verhältnißmäßig unendlich ärmer an Pflanzennahrungsstoffen als die Felder, welche in Ebenen liegen. Der Weinberg erzeugt keinen Dünger; er empfängt bis zu einer gewissen Grenze den ihm noch fehlenden Zuschuß an Nahrung von den Korn- und Futterfeldern der umliegenden Orte, und die Besitzer derselben, wenn sie dazu Gelegenheit haben, rauben ihrerseits den nahen Wald aus.

Durch tiefe Rodungen sucht der Weinbauer seinen armen Boden dem tiefwurzelnden Rebstock aufzuschließen und zugänglich zu machen, und durch zeitweilige Anpflanzung von Luzerne und Klee, die dem Obergrund mangelnden Bestandtheile darin aufzuhäufen; er führt die verwitterten Trümmer von alkalireichen Gesteinen seinen Weinbergen als Dünger zu, sowie die Ackerkrume von Feldern, die er zu diesem Zweck erwirbt.

Der Weinbau übt hiernach auf die Korn- und Fleischerzeugung einen ähnlichen schädlichen Einfluß aus wie der Anbau von Tabak und Handelsgewächsen überhaupt; der Erzeuger von Korn und Fleisch raubt nach dem üblichen System sein eigenes Feld, der Erzeuger von Wein und Handelsgewächsen raubt den Korn- und Fleischerzeuger aus, und die großen Städte verschlingen allmälig, bodenlosen Abgründen gleich, die Bedingungen der Fruchtbarkeit der größten Länder.

In dieser Weise erschöpften die Pfälzer und Bergsträßer Weinbauern und Tabakspflanzer die Felder des hessischen und badischen Odenwaldes, und vollendeten den Ruin des an sich armen und verschuldeten Bauers, der dem verlockenden Klange des Silbers, das er für seinen Mist empfing, nicht zu widerstehen vermochte.

In gleicher Weise verschlangen nach einer Reihe von Jahrhunderten die Cloaken der ungeheuren Weltstadt den Wohlstand des römischen Bauers, und als dessen Felder die Mittel zur Ernährung ihrer Bewohner nicht mehr zu liefern vermochten, so versank in diesen Cloaken der Reichthum Siciliens, Sardiniens und der fruchtbaren Küstenländer von Afrika.

Nur da erhielt sich die Fruchtbarkeit der Felder ungeschwächt seit Jahrhunderten, wo eine feldbautreibende Bevölkerung auf einer verhältnißmäßig kleinen Fläche zusammengedrängt wohnt, wo der Bürger und Handwerker der kleinen, auf derselben Fläche

zerstreuten Städte sein eigenes Stückchen Feld mit seinen Gesellen bebaut.

Wenn auf einer Quadratmeile solchen Landes 3- bis 4000 Menschen wohnen, so ist ein Export von Korn und Fleisch nicht möglich, denn die erzeugten Feldfrüchte reichen nur hin, um diese Bevölkerung zu ernähren, ein Ueberschuß, welcher ausgeführt werden könnte, ist nicht oder nur selten vorhanden. Die Fruchtbarkeit eines solchen Landes erhält sich in dem regelmäßigen Kreislauf ihrer Bedingungen. Alle Bodenbestandtheile der verzehrten Producte kehren ohne Verlust auf die Felder zurück, auf denen sie erzeugt worden sind. Nichts davon geht verloren, denn jeder weiß was er daran verliert, jeder ist besorgt zu erhalten und zu sammeln.

Denkt man sich dasselbe Land in den Händen von zehn großen Grundbesitzern, so tritt der Raub an die Stelle des Ersatzes. Der kleine Grundeigenthümer ersetzt dem Felde nahezu vollständig, was er demselben nimmt, der große führt Korn und Fleisch den großen Mittelpunkten des Verbrauchs zu, und verliert darum die Bedingungen ihrer Wiedererzeugung. Nach einer Reihe von Jahren ist dieses Land eine Einöde wie die römische Campagna.

Dieß ist der naturgesetzliche Grund der Verarmung der Länder durch die Cultur.

Anhang.

Die Quellen des Ammoniaks und der Salpetersäure.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß mit der Erscheinung von Thieren auf der Oberfläche der Erde die Mittel zu ihrer Erhaltung und Vermehrung, daß mithin Pflanzen vorhanden waren, die ihnen zur Nahrung dienen konnten; es muß uns als nicht minder nothwendig erscheinen, daß mit der Entstehung der Pflanzenwelt alle Bedingungen der Aeußerung des vegetabilischen Lebens sich im Boden und der Atmosphäre fertig gebildet und in hinreichender Menge befanden. Mit derselben Bestimmtheit, mit welcher wir die Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung voraussetzen, die ihnen den Kohlenstoff lieferte, müssen wir die gleichzeitige Existenz einer Stickstoffverbindung für unbestreitbar gewiß halten, die ihnen noch heute den Stickstoff liefert.

Geben wir den Standpunkt der Naturforschung auf, so können wir a priori nach Willkür und Neigung das Bestehen von anderen Kohlenstoffverbindungen, welche Antheil an dem Lebensprocesse der Pflanze zu nehmen vermögen, für wahrscheinlich halten, allein wenn wir deren Standpunkt nicht verlassen

wollen, so existiren diese hypothetischen Kohlenstoffquellen für uns nicht, entweder weil sie uns gänzlich unbekannt oder zweifelhaft sind.

Dasselbe muß in Beziehung auf den Stickstoff als eine Wahrheit angenommen werden. Die Naturforschung kennt in diesem Augenblicke, außer dem Ammoniak und ihrem Oxydationsproduct der Salpetersäure, keine andere Stickstoffverbindungen, die überall, an allen Punkten der Erde, den wildwachsenden Pflanzen den Stickstoff zu liefern vermöchte. Keine anderen sind jemals bei den Culturpflanzen von irgend einem Naturforscher, selbst nur als eine hypothetische Verbindung mit einem Namen bezeichnet worden, und so lange nicht eine zweite Quelle des Stickstoffs aufgefunden ist, muß das Ammoniak in der Naturforschung als die e i n z i g e angesehen werden.

Ist nun, so kann man fragen, die Quantität des Ammoniaks, was wir in der Atmosphäre, in der Form von Pflanzen und Thieren als eine begrenzte Größe annehmen wollen, keiner Zunahme fähig? kennt man nicht Quellen von Ammoniak, wodurch das Vorhandene vermehrt wird? Diese Frage läßt sich in einer zweiten wiedergeben. Ob nämlich unzweideutige Thatsachen für die Meinung vorliegen, daß der Stickstoff der Luft die Fähigkeit besitzt, unter irgend einer Bedingung die Form des Ammoniaks, oder einer anderen Stickstoffverbindung anzunehmen? Außer dem Ammoniak und der Salpetersäure kennen wir keine anderen Stickstoffverbindungen bis auf die, welche in Pflanzen und Thieren vorkommen, oder solche, die mit ihrer Hülfe darstellbar, das heißt daraus abgeleitet sind. Der Stickstoff existirt neben diesen nur in der Form des Gases, was wir als einen Hauptbestandtheil der Luft betrachten.

Die Unbekanntschaft mit der eigentlichen Quelle des Stickstoffs für die Pflanzen hat die Naturforscher schon sehr früh

zu der Meinung verleitet, daß sie die Fähigkeit besitzen müßten, den Stickstoff der Luft in irgend einer Weise in ihrem Lebensprocesse sich anzueignen. In der That blieb, so lange das Ammoniak als Bestandtheil der Luft nicht aufgefunden war, kaum ein Grund, an diesem Vermögen der Pflanze zu zweifeln, wo sollte sonst die wildwachsende Pflanze den Stickstoff ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile hergenommen haben!

Man kannte und betrachtete aber das Ammoniak nur als ein Product der Zerstörung und Zerlegung der Organismen. Die Erzeugung und Bildung des Ammoniaks setzte das Vorhandensein von Pflanzen oder Thieren voraus. Wir haben Gründe genug zu glauben, daß der Thierwelt eine Pflanzenwelt voranging, wir nehmen an, daß vor der Pflanze die Bedingungen ihres Lebens und ihrer Vermehrung vorhanden waren, daß also damals wie jetzt das Ammoniak einen Bestandtheil der Luft ausmachte und die Zerstörung der Pflanze der Erzeugung von Ammoniak nicht vorausging. Es ist nun klar, daß wenn die nämlichen Ursachen noch fortwirken, welche vor dem Beginne des Pflanzenlebens die Bildung des Ammoniaks vermittelten, wenn ihre Wirkung einen Uebergang von gasförmigem Stickstoff in Ammoniak zur Folge hätten, so müßte noch heute in jedem Zeitmomente Ammoniak gebildet und die Summe des Vorhandenen dadurch vergrößert werden.

Die Eisenerze in dem Urgebirge Südamerikas (Boussingault) und Schwedens (Berzelius), alle bis jetzt untersuchten Eisenerze geben beim Glühen eine gewisse Menge Wasser von nachweisbarem Ammoniakgehalte. Woher stammt dieses Ammoniak? Früher erklärte man sich diesen Ammoniakgehalt der Eisenerze auf eine anscheinend befriedigende Weise.

Das Wasser ist, so nimmt man an, die einzige in der anorganischen Natur vorkommende Wasserstoffverbindung, die

anderen sind Producte von Zersetzungsprocessen, denen das Wasser den Wasserstoff liefert.

Das Ammoniak ist entstanden ähnlich wie die anderen Wasserstoffverbindungen, das Eisenerz war früher Eisen, lassen wir es entstehen durch Oxydation des Eisens auf Kosten des Sauerstoffs im Wasser, so haben wir auf der einen Seite Eisenoxyd, auf der andern eine Quelle von Wasserstoffgas. Wenn wir uns nun denken, daß Wasserstoffgas im Momente des Freiwerdens in Berührung mit Stickgas, was sich im Zustande der Auflösung im Wasser befindet, sich damit verbindet, so haben wir ja Ammoniak, was mit dem Eisenoxyde in Verbindung bleibt.

Es ist klar, daß wenn mit einiger Wahrscheinlichkeit die Entstehung der Eisenoxyde auf nassem Wege durch Oxydation auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers ermittelt wäre, wenn wir mit Bestimmtheit wüßten, daß das Stickgas der Luft mit Wasserstoffgas im Entstehungsmomente sich vereinigen ließe, so wäre diese Erklärung des Ammoniakgehaltes der Eisenerze völlig genügend, und es ließe sich denken, wenn auch die Bildung des Ammoniaks unter den früheren Bedingungen, wo die Eisenerze entstanden, jetzt eine Grenze hat, daß bei Vereinigung von gleichen oder ähnlichen Bedingungen sie noch fortdauern kann.

Was nun die Zerlegung des Wassers durch Eisen im Besondern betrifft, so findet sie unter Umständen Statt, welche die gleichzeitige Entstehung von Ammoniak auszuschließen scheinen.

Bei gewöhnlicher Temperatur findet keine Zerlegung des Wassers durch Eisen Statt, und in höherer Temperatur, beim Sieden des Wassers, bleibt in diesem kein Stickgas in Auflösung zurück. Treiben wir ein Gemenge von Wasserdampf mit Stickgas über rothglühende Eisenspäne, so erhalten wir das Stickgas unverändert wieder, wiewohl gemengt mit Wasserstoff-

gas. Daß sich in diesem Falle kein Ammoniak erzeugen kann, erklärt sich leicht, da Ammoniakgas in Berührung mit metallischem Eisen in der Hitze in seine Bestandtheile zerfällt.

Bei Berührung von aufgeschlämmtem Eisenoxydhydrat mit feinzertheiltem metallischen Eisen tritt übrigens schon bei wenig erhöhter Temperatur eine Wasserzersetzung und damit eine Wasserstoffentwickelung ein, indem sich Eisenoxyduloxyd (das Oxyd des Magneteisensteins) bildet. Da das Eisenoxydhydrat hier ähnlich wirkt wie eine Säure, so müßten wir in diesem Falle und überhaupt überall, wo Metalle unter Wasserstoffgasentwickelung in Säuren gelöſ't werden, in der Auflösung ein Ammoniaksalz erhalten.

Bis jetzt konnte aber die Gegenwart von gebildetem Ammoniak unter diesen Umständen nicht dargethan werden, und es ist aus den Versuchen über die Zerlegung des Wassers durch einen elektrischen Strom mit Zuverlässigkeit ermittelt, daß das aus lufthaltigem Wasser entwickelte Wasserstoffgas stets eine gewisse Menge Stickgas enthält, was sich nicht entwickeln dürfte, wenn es mit dem freiwerdenden Wasserstoffgase Ammoniak zu bilden vermöchte.

Man hat als einen evidenten Beweis der Ammoniakbildung aus dem Stickstoffe der Luft die Erfahrung betrachtet, daß das Eisenoxyd, was sich beim Rosten des Eisens in der Luft bildet, stets eine gewisse Menge Ammoniak enthält, allein die Luft enthält Ammoniak, was zum Eisenoxyde eine beträchtliche Verwandtschaft besitzt. Marshal Hall hat die Unrichtigkeit der Ansicht, daß hierbei Wasser zerlegt werde, schon dargethan, und besonders zu diesem Zwecke in dem hiesigen Laboratorium angestellte Versuche haben bewiesen, daß wenn die Luft, ehe sie mit dem rostenden Eisen in Berührung kommt, durch eine Röhre mit concentrirter Schwefelsäure geleitet und damit von ihrem

Ammoniakgehalte befreit wird, daß das sich bildende Oxyd keine Spur von Ammoniak enthält.

Braconnot hat (Annal. de chim. et de phys. Tom. LXVII. p. 104 u. ff.) gezeigt, daß die meisten Basalte, der Trapp, Granit von Rochepon, von Bresse, Syenit, Amphibole, der Wakit (eine Lava), der Basalt von Bedon, Quarz von Gerordines, Pegmatit und eine Menge anderer Felsarten bei trockener Destillation Wasser geben, welches deutlich Ammoniak enthält.

Diese Thatsachen lassen sich durch die Interpretation, die man dem Ammoniakgehalte der Eisenerze unterlegt hat, nicht erklären, und keinem Zweifel kann es unterliegen, daß das Ammoniak in beiden einerlei Ursprung hat, obwohl es durch Oxydation des Eisens nicht entstehen kann.

Die Frage, ob überhaupt der Stickstoff der Luft die Fähigkeit hat, mit Wasserstoffgas in dem Momente, wo es aus Wasser frei wird, sich zu Ammoniak zu vereinigen, ist in der neuesten Zeit, wiewohl eines ganz andern Zweckes wegen, zu einem Gegenstande sehr genauer Versuche gemacht worden.

Die Herren Will und Varrentrapp wandten nämlich die bekannte Erfahrung, daß sich der Stickstoff stickstoffhaltiger Verbindungen beim Glühen mit Kalihydrat als Ammoniak entwickelt, zur quantitativen Bestimmung des Stickstoffs in der organischen Analyse an. Mittelst einer Säure gebunden und in die Form des sogenannten Platinsalmiaks gebracht, läßt sich das erzeugte Ammoniak mit Leichtigkeit wägen und aus seiner bekannten Zusammensetzung der Stickstoffgehalt berechnen. Eine große Menge Analysen von Stickstoffverbindungen, deren Stickstoffgehalt genau bekannt war, zeigten, daß dieses Verfahren ihrer Absicht vollkommen entsprach, bis einige Zeit darauf von Reiset Versuche bekannt gemacht wurden, wonach auch mit

stickstofffreien Substanzen, Zucker z. B., mit Hülfe dieses Verfahrens Ammoniak erhalten wurde mit Materien, in denen der Stickstoff als Bestandtheil fehlt; er glaubte annehmen zu müssen, daß der Stickstoffgehalt der Luft, welche in den Poren der Mischung enthalten war, die Ursache dieser Ammoniakbildung sei, und daß mithin, da diese Luft nicht ausgeschlossen werden kann, dieser Umstand die Analysirmethode ungenau und verwerflich mache.

Neue und mit aller Sorgfalt von Will wiederholte Versuche zeigen, daß in der That unter Umständen, welche denen ähnlich sind, die schon früher von Faraday beobachtet wurden, auch mit stickstofffreien Materien, wenn sie mit Kali geglüht werden, Ammoniak erhalten wird, daß aber beim Ausschlusse derselben Stickgas mit Wasserstoff im Momente seines Freiwerdens keine Verbindung eingeht, daß aus beiden kein Ammoniak gebildet werden kann.

Die bewundernswürdigen Versuche von Faraday (Quarterly Journ. of Science T. XIX. p. 16) beweisen, daß in allen den Fällen, wo beim Glühen von Kalihydrat mit stickstofffreien Substanzen Ammoniak erhalten wurde, dieses Ammoniak fertig gebildet in der Substanz oder im Kalihydrate sich befand. Es giebt keine Beobachtungen, welche überzeugender für die außerordentliche Verbreitung des Ammoniaks sind, dessen Gegenwart sich überall zu erkennen giebt, wo sich atmosphärische Luft befindet.

Zur richtigen Beurtheilung der Versuche von Faraday halte ich es für wichtig genug, sie hier ausführlich auseinanderzusetzen.

Nachdem nämlich Faraday beobachtet hatte, daß Holzfaser, Leinwand, oxalsaures Kali und eine Menge anderer stickstofffreier Materien, mit Kali, Natron, Kalkhydrat 2c. erhitzt,

Ammoniak entwickelten, suchte er die Bedingungen, unter welchen Ammoniakbildung eintritt, auszumitteln; er suchte sie zuerst in den Alkalien. Kalihydrat aus Potasche, aus Weinstein, aus Kalium dargestellt, verhielt sich völlig gleich. Die organischen Substanzen für sich erhitzt geben auf Curcuma keine Reaction auf Ammoniak, mit den Alkalien zusammen geglüht tritt hingegen Ammoniakbildung ein.

Es lag ganz nahe, dem Stickstoffgehalte der Luft, welche die Substanzen umgab, einen Antheil an der Ammoniakbildung zuzuschreiben, so wenig wahrscheinlich dies auch schien, da die Luft bekanntlich Sauerstoff enthält, von dem man niemals beobachtet hatte, daß er unter diesen Umständen eine Verbindung mit dem freigewordenen Wasserstoff eingeht, obwohl seine Verwandtschaft zum Wasserstoff unendlich größer ist als die des Stickgases.

Der Voraussetzung nach würde der Stickstoff der Luft mit Wasserstoff aus zerlegtem Wasser Ammoniak gebildet haben müssen neben Sauerstoffgas, was zum Wasserstoff eine weit größere Anziehung besitzt.

Die Versuche wurden in einer Atmosphäre von reinem Wasserstoff wiederholt, aus Wasser bereitet, was durch lange anhaltendes Kochen von aller Luft vorher befreit war.

Aber auch in diesem Falle, wo alles Stickgas ausgeschlossen war, blieb die Ammoniakbildung nicht aus, es mußte demnach eine unbekannte Ursache der Ammoniakbildung geben und dies war denn auch der Schluß, den Faraday aus seinen Versuchen zog.

Jetzt, wo man weiß, daß das Ammoniak ein Bestandtheil der Luft, daß es wie diese allgegenwärtig, daß das Ammoniakgas ein coercibles Gas ist, was an der Oberfläche von festen Körpern in weit größerer Menge wie Luft condensirt wird, wo

man weiß, daß es in destillirtem Wasser stets vorhanden ist, erklären sich diese und die anderen noch weit unbegreiflicheren Versuche Faraday's auf eine höchst einfache Weise.

Feiner, glänzender Eisendraht, in schmelzendes Kalihydrat gebracht, veranlaßte die Entwickelung von Ammoniak, aber sie hört bald auf, die Einführung einer zweiten Portion von glänzendem Draht bewirkt eine neue Ammoniakentwickelung (Faraday).

Zink in schmelzendem Kalihydrat bewirkt sogleich eine Entwickelung von Ammoniak und Wasserstoffgas, aber obwohl die Bedingungen der möglichen Bildung fortdauern (Zink, Luft und freiwerdender Wasserstoff), die erzeugte Menge Ammoniak nimmt nicht zu; durch Zusatz von frischem Zink oder Kalihydrat wird aber eine neue Menge Ammoniak bemerkbar.

Etwas Kali und Zink wurden zusammen erhitzt, ein Theil davon in eine Flasche gethan, die man sogleich verschloß, ein anderer Theil wurde in Wasser gelös't, die klare Auflösung eingetrocknet und 24 Stunden bei Seite gestellt. Nach Verlauf dieser Zeit gab die erste Portion nur zweifelhafte Spuren von Ammoniak. Die andere gab sehr deutliche Beweise von seiner Gegenwart, anscheinend als habe sie die Substanz, welche die Quelle von Ammoniak war, während der Operation aus der Luft aufgenommen (Faraday).

Weißer Thon von Cornwallis, welcher rothglühend gemacht und darauf eine Woche der Luft ausgesetzt ward, gab reichlich Ammoniak, wenn man ihn in einer Röhre erhitzte. In gut verstopften Flaschen nach dem Glühen aufbewahrt, ward dieser Effect nicht erzeugt.

Die unzweifelhaftesten Beobachtungen, daß das in allen diesen Fällen erhaltene Ammoniak aus der Atmosphäre stammt

und an der Oberfläche dieser Materien condensirt war, sind folgende (Faraday):

Meeressand wurde in einem Tiegel glühend gemacht und auf einer Kupferplatte erkalten lassen; 12 Gran davon wurden in eine reine Glasröhre gebracht und eine gleiche Menge auf die Hand geschüttet, einige Augenblicke darauf gelassen, mit dem Finger umgerührt, sodann mittelst eines Platinbleches in eine zweite Röhre mit der Vorsicht gebracht, keine andere thierische Substanz anderweitig mit den Sandkörnern in Berührung zu bringen (Faraday).

Als die erste Röhre erhitzt wurde, gab sie mit Curcumapapier kein Zeichen von Ammoniak, wohl aber die zweite in sehr entscheidender Menge. Zur Vorsicht wurden in allen diesen Versuchen die angewandten Glasröhren nicht mit Tuch oder Werg gereinigt, sondern ungebrauchte Röhren genommen, die man zum Rothglühen in einem Luftstrome vorher erhitzte (Faraday).

Eine Portion Asbest rothglühend gemacht und mit einer metallenen Zange in eine Röhre gebracht, gab beim Erhitzen kein Ammoniak, hingegen eine andere Portion, die nur mit dem Finger zusammengedrückt war, sogleich Ammoniak lieferte, als man sie in einer Röhre erhitzte (Faraday).

Wir wissen nun, daß die Oberhaut Ammoniak ausdunstet, daß der Schweiß stets Ammoniaksalze enthält, und nichts kann gewisser sein, als daß in den letztbeschriebenen Versuchen das Ammoniak, ähnlich wie bei dem gebrannten Thone, welcher der Luft ausgesetzt gewesen war, an der Oberfläche des Sandes oder des Asbestes condensirt sich befand.

Alle Versuche, welche zu beweisen scheinen, daß Stickstoff aus der Luft in dem Organismus gewisser Pflanzen fixirt werde, daß namentlich Erbsen und Bohnen, welche in einem

von animalischen Materien völlig freien Boden vegetirten, das Vermögen besitzen müßten, sich Stickstoff aus der Atmosphäre anzueignen, können jetzt, wo man weiß, daß die Luft als constanten Bestandtheil Ammoniak enthält, nicht die geringste Geltung mehr haben. Wenn man zuletzt erwägt, daß alle diese Versuche in Umgebungen angestellt sind, wo die Atmosphäre weit reicher war an Ammoniak als in freiem Felde, daß diese Pflanzen mit destillirtem Wasser begossen wurden, was, aus Brunnenwasser gewonnen, eine weit größere Menge kohlensaures Ammoniak enthält als das Regenwasser, so liegt kein Grund vor, die Vergrößerung des Stickstoffgehaltes in den Samen, Blättern und Stengeln einer andern Quelle zuzuschreiben, die man nur geschaffen und erfunden hat, weil der Ammoniakgehalt des Wassers und der Luft damals nicht beachtet waren und jeder Anhaltspunkt zu einer richtigeren Erklärung gefehlt hatte.

Die Beobachtungen der Chemie haben dargethan, daß das Ammoniak nicht bloß ein Product der Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Stoffe, sondern in vielen chemischen Processen erzeugbar ist, wenn dem Stickstoff stickstoffhaltiger Verbindungen in dem Momente seiner Abscheidung Wasserstoff dargeboten wird, mit dem er sich zu Ammoniak in diesem Falle vereinigt.

Zusammengesetzte stickstoffhaltige Gase (Cyangas, Stickoxyd, Stickoxydulgas ꝛc.), wenn sie mit Wasserstoffgas gemengt über glühenden Platinschwamm (Kuhlmann) oder über Eisenoxyd (Reiset) geleitet werden, verwandeln sich in Ammoniak.

Leitet man Wasserdampf über glühende stickstoffhaltige Holzkohle, so erhält man unter anderen Producten Blausäure,

welche durch Alkalien in Ammoniak und eine Ameisensäure übergeführt werden kann.

Der Stickstoff der Salpetersäure mit Wasserstoff im Entstehungsmomente in Berührung, bei Auflösung des Zinns oder beim Schmelzen von salpetersauren Salzen mit Kalihydrat und organischen Stoffen, verwandelt sich in die Wasserstoffverbindung des Stickstoffs in Ammoniak.

In allen den Fällen, wo wir einen stickstoffhaltigen Körper mit Kalihydrat einer höheren Temperatur aussetzen, tritt sein Stickstoff aus in der Form von Ammoniak.

Wenn der Stickstoff eines organischen Körpers, eines Pflanzen- und Thierstoffes oder ihrer Kohle von dem Ammoniak stammt, was die Pflanze aus der Atmosphäre erhielt, so nimmt er in den erwähnten Zersetzungsprocessen die ursprüngliche Form wieder an, er kehrt wieder in den Zustand des Ammoniaks zurück.

Alles dies sind aber keine eigentlichen Ammoniakerzeugungen, sie können bei der Frage, um die es sich hier handelt, nicht in Betracht gezogen werden.

Mit dem Ammoniak im engsten Zusammenhange steht das Vorkommen und das Verhalten der Salpetersäure.

Die gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von der königlichen Akademie der Wissenschaften in Paris veranlaßten Untersuchungen über die Salpetererzeugung in gewissen Erdmischungen haben ergeben, daß nur in solchen Salpetersäurebildung statthat, welche animalische Substanzen, sowie Kalk, Kali, Bittererde 2c., überhaupt starke alkalische Basen enthalten, und daß ohne die Mitwirkung einer stickstoffhaltigen Materie in sonst geeigneten Mischungen keine Salpeterbildung vor sich geht und der Stickstoff der Luft keinen Antheil daran hat.

Die eigentliche Quelle der Salpetersäure, die unter diesen Umständen entsteht, ist das Ammoniak; die thierische Substanz wird nicht direct oxydirt und ihr Stickstoff in Salpetersäure übergeführt, sondern es nimmt zuvor dieser Bestandtheil derselben, in Folge des sich einstellenden Fäulnißprocesses, die Form von Ammoniak an. Die Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure geht nicht von selbst, sondern nur bei Gegenwart einer andern in Verwesung, d. i. im Zustande der Sauerstoffaufnahme begriffenen organischen Substanz vor sich, und es müssen sich alkalische Substanzen in einer solchen Mischung befinden, welche die erzeugte Säure zu neutralisiren vermögen, wenn die Salpetersäurebildung fortdauern soll. In dieser Weise entstehen die salpetersauren Salze in den Mauern von Viehställen und Wohnhäusern an Orten, welche von den ammoniakreichen Flüssigkeiten aus Latrinen befeuchtet sind. Bei trockener Witterung bedecken sich diese Mauern mit wollig krystallinischen Auswitterungen, welche in der Regel aus salpetersaurem Kalk und Bittererde bestehen, Salze, die aus feuchter Luft Wasser anziehen und zerfließen und nasse Stellen in der Mauer verursachen.

Einen großen Theil alles Salpeters, der in Frankreich zur Pulverfabrikation und anderen Zwecken verbraucht wird, gewinnt man in Paris. Die dortigen Salpetersieder verwenden zu diesem Zwecke den untern Theil der alten abgebrochenen Häuser, der mit den Flüssigkeiten der Straße in beständiger Berührung ist. In diesem Theile der Häuser finden sich reichlich salpetersaure Salze, während die oberen Theile keine Spur enthalten.

Einen gleichen Ursprung haben die salpetersauren Salze in dem Wasser der Brunnen der Städte und Dörfer, namentlich solcher, die in der Nähe von Miststätten oder Latrinen liegen.

Es kann nicht geleugnet werden, daß in einer Erde, in welcher sich salpetersaure Salze zu bilden vermögen, die meisten Pflanzen üppiger und kräftiger sich entwickeln als in einem Boden, worin die Bedingungen der Salpetersäurebildung fehlen.

Die thierischen Stoffe, die Excremente von Menschen und Thieren, überhaupt alle sogenannten animalischen Düngstoffe, in eine lockere, kalkhaltige Erde gebracht, veranlassen darin die Entstehung von salpetersauren Salzen, aber sie bewirken auch, daß in dieser Erde die meisten Pflanzen üppiger gedeihen und höhere Erträge geben, als im ungedüngten Zustande.

In seinen Beiträgen zum Studium der Salpeterbildungen (Verhandl. der naturforschenden Gesellschaft in Basel III. 2. Heft S. 255) erwähnt Dr. Goppelsröder, daß bei Befeuchtung einer ihm zugekommenen Sorte käuflichen Guano, welcher keine Spur von Nitraten oder Nitriten enthalten habe, mit Wasser und Aussetzen an die Luft schon nach einigen Stunden eine Bildung von Nitriten eingetreten sei, die nach drei Wochen in Nitrate übergegangen wären.

Mit dem größten Rechte schreibt man den in einem solchen Boden enthaltenen Thierstoffen, den Alkalien, sowie den in den Thiersubstanzen enthaltenen phosphorsauren Salzen die Ursache seines günstigen Einflusses auf die Vegetation zu. Aus den Thiersubstanzen entsteht das für die Pflanzen so nothwendige Ammoniak, ohne dieses würde sich in diesen Erdmischungen keine Salpetersäure bilden können.

Die Gegenwart salpetersaurer Salze zeigt in einem Boden mit Bestimmtheit an, daß sich die wichtigsten Bedingungen des Gedeihens der Pflanze darin befinden; allein diese Salze sind nicht die Ursache dieses Gedeihens, eben weil beide, der üppige Pflanzenwuchs und die Salpeterbildung, Wirkungen von einerlei in der Erde wirkenden Ursachen sind.

Das Ammoniak ist übrigens nicht die einzige Quelle der Salpeterbildung. Wir kennen in der Wirkung, welche der elektrische Funke auf die Bestandtheile der Luft, die gleichzeitig die Elemente der Salpetersäure sind, ausübt, noch eine zweite Quelle, die dem Anscheine nach sehr verbreitet ist.

Cavendish beobachtete zuerst, daß beim anhaltenden Hindurchschlagen von elektrischen Funken das Volumen der feuchten Luft abnimmt, daß sich hierbei eine in Wasser lösliche Säure bilde. Dieser große Naturforscher bewies in einer Reihe unzweifelhafter Versuche, daß durch den Einfluß der Elektricität die Bestandtheile der Luft, der Sauerstoff mit dem Stickstoff sich zu Salpetersäure vereinigen.

Es ist nun wahrscheinlich, daß der Blitz, der mächtigste elektrische Funke, den man kennt, wenn er bei einem Gewitter die feuchte Luft durchschneidet, eine Verbindung der Bestandtheile der Luft zu Salpetersäure zur Folge haben muß.

In einer Untersuchung des Regenwassers, welche der Autor in dem Jahre 1826 bis 1827 anstellte (Ann. de chim. et de phys. XXXV. 329), ergab es sich in der That durch die Analyse von 77 Regenwasser-Rückständen, daß 17 davon, die durch Verdampfung von Gewitterregenwasser erhalten worden waren, mehr oder weniger Salpetersäure enthielten, welche theils an Kalk, theils an Ammoniak gebunden war.

Die neueren Untersuchungen über das Regenwasser haben dargethan, daß alles Regenwasser Salpetersäure enthält, dem Gewicht nach häufig mehr als wie Ammoniak, und somit die Salpetersäure ein constanter Begleiter des Ammoniaks in der atmosphärischen Luft ist.

Die Versuche von Boussingault, Knop und Stohmann haben directe Beweise geliefert, daß die Salpetersäure, in ganz ähnlicher Weise wie das Ammoniak, in dem Organismus der

Pflanze assimilirt wird und zur Bildung ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile dienen kann, und es scheint sogar, daß manchem Gewächse die Salpetersäure vorzugsweise nützlich ist. In thonreichem, an Kalk oder alkalischen Basen armem Boden findet keine Salpetersäurebildung statt, die aber bei Düngung mit gebranntem Kalk oder selbst Mergel häufig eingeleitet wird, so daß also der Landwirth selten in die Lage kommt, für die Zufuhr von salpetersauren Salzen als Düngmittel Sorge tragen zu müssen.

Im Kalkboden, in welchem die Salpetersäurebildung am raschesten vor sich geht, kann sie eine Ursache der Verarmung der Ackerkrume an Stickstoffnahrung sein; die auf Kosten des Ammoniaks entstandene Salpetersäure wird in der Form löslicher Salze durch den Regen in die Tiefe geführt, und geht für die Gewächse, welche ihre Nahrung vorzugsweise aus der Ackerkrume empfangen, größtentheils verloren, während die nämlichen Salze tieferwurzelnde Gewächse mit der ihnen nöthigen Stickstoffnahrung versehen können, da die Salpetersäure, wie bemerkt, von der Ackererde nicht wie das Ammoniak absorbirt wird.

Knop legt, wie ich glaube mit Recht, ein großes Gewicht auf die Salpetersäureerzeugung im Boden, als Mittel, um die Mineralien des Bodens aufzuschließen und Kali, phosphorsaure Erden, sowie Kalk und Bittererde löslich und verbreitbar zu machen. Ueber die directe Wirkung der Salpetersäure auf den Boden stellte er folgenden Versuch an: er ließ auf einer Wiese eine Fläche von 20 Quadratruthen mit 50 Pfd. Salpetersäure, mit einer großen Menge Wasser verdünnt, begießen, zur Zeit, als die Wiese bereits grün war. Nach 8 Tagen war durch die Salpetersäure das Gras gelb geätzt und die bezeichnete Fläche bildete ein gelbes Quadrat auf dem umgebenden Plane. Nach 14 Tagen war alles wieder grün und von da an hob sich das

Gras auf diesem Quadrate dermaßen, daß letzteres aus weiter Ferne auf der Wiese zu erkennen war; das Gras hatte viel breitere Blätter und bei der Ernte Anfangs Mai stellte sich ein fast doppelt so hoher Ertrag an Gras heraus, wie eine gleich große Fläche der übrigen Wiese gab (s. Centralblatt Nr. 31, 1861). Es ist zu bedauern, daß nicht gleichzeitig auf der nämlichen Wiese ein Versuch mit einer andern verdünnten Säure, vielleicht mit verdünnter Schwefelsäure, und mit Chilisalpeter von gleichem Salpetersäuregehalt von Knop angestellt worden ist, aber auch wenn dieser Versuch nicht als directer Beweis der Wirkung der Salpetersäure als aufschließendes Mittel angesehen wird, die Thatsache bleibt unveränderlich bestehen, daß die Salpetersäure, welche durch Oxydation von Ammoniak in den porösen Erdtheilen erzeugt wird, diese aufschließt, um mit dem Kalk, der Bittererde, oder dem Kali derselben ein neutrales Salz zu bilden, und es muß unzweifelhaft die Salpetersäure, die in dieser Weise im Innern der Erde erzeugt wird, neben die Kohlensäure, welche auf gleiche Weise entsteht, als Mittel zur Aufschließung des Bodens gestellt werden.

In ihren merkwürdigen Vegetationsversuchen haben Knop und Stohmann wahrgenommen, daß die Wurzeln einer Maispflanze, die in sehr verdünnten neutralen Lösungen von phosphorsauren, salpetersauren und schwefelsauren Salzen wuchs, freies Alkali an die Flüssigkeit abgeben, so daß diese deutlich alkalisch wurde, und es scheint damit die Zersetzung der Salpetersäure der salpetersauren Salze in dem Organismus der Pflanze, d. h. die Assimilation des Stickstoffs, in Verbindung zu stehen; aber viele andere Pflanzen, wie Borago officinalis, Cochlearia officinalis, Mesembryanthemum crystallinum, Apium graveolens die Sonnenblume, der Taback, die Runkelrübe, enthalten in ihrem Safte gelöst sehr häufig salpeter-

saure Salze, die man in anderen Pflanzen, welche auf demselben Boden in ihrer nächsten Nähe wachsen, nicht findet. Wenn die Salpetersäure in dem Organismus dieser Pflanzen zur Bildung ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile verwendet würde, wenn also eine Ursache darin thätig wäre, welche die Salpetersäure zerstört, so steht die Anhäufung von salpetersauren Salzen in ihrem Safte damit im Widerspruch. In dem Boden von Bächen und Flüssen, von Seen und Sümpfen ist die Salpetersäurebildung so gut wie ausgeschlossen, und man kann nicht annehmen, daß die Pflanzen, die in einem solchen Boden wachsen, ihren Stickstoff von der Salpetersäure empfangen; bis jetzt ist auch in dem Meerwasser keine Salpetersäure aufgefunden worden.

Aber auch in den Fällen, in welchen die Salpetersäure einen bestimmten Antheil am Pflanzenleben nimmt, der für gewisse Pflanzengattungen sicherlich nicht geleugnet werden kann, bleibt das Ammoniak, durch dessen Oxydation die Salpetersäure entsteht, immer die erste Quelle des Stickstoffs dieser Pflanzen.

Der Stickstoff galt bisher als ein Stoff von sehr geringen Affinitäten, und alle seine Eigenschaften schienen gegen die Möglichkeit zu sprechen, daß der Stickstoff der Luft eine Verbindung einzugehen vermöge, durch welche er einen wesentlichen Antheil an dem Pflanzenleben nehmen kann; abgesehen von der Salpetersäure, welche beim Durchschlagen elektrischer Funken in der Atmosphäre entsteht.

Nachdem man ferner erfahren hatte, daß das Ammoniak, welches durch Fäulnißprocesse in die Luft gelangt, wenn es durch den Regen der Erde zugeführt worden ist, mit der Erde selbst eine Verbindung eingeht, wodurch es seine Flüchtigkeit verliert und durch Verdunstung nicht wieder in die Atmosphäre zurückkehrt, so war die bis dahin angenommene Erklärung des

constanten Ammoniakgehaltes der Luft und des Regenwassers zweifelhaft geworden; es mußte eine Quelle existiren, durch welche die mit dem Regen niederfallende Salpetersäure und das Ammoniak ersetzt, und die Luft immer wieder von Neuem mit diesen beiden Stoffen versehen werde.

Die Anhäufung von Ammoniak in vielen Ackererden gab ferner zu erkennen, daß eine beständige Zufuhr von Ammoniak von außen her statthatte, welches in den obersten Schichten des Bodens zurückgehalten wurde. Alle über den Ammoniakgehalt der Ackererde angestellten Versuche zeigen, daß die Ackerkrume immer sehr viel reicher ist an Ammoniak als die tieferen Schichten; während der Vegetation giebt die Ackerkrume sehr viel mehr Stickstoffnahrung ab als der Untergrund, ohne daß ihr Gehalt an Stickstoff durch diese Ursache darum abnimmt.

Wöhler hat nun die Entdeckung gemacht, daß der Stickstoff direct und unmittelbar mit Boron eine kaum durch die heftigste Hitze zersetzbare Verbindung eingeht, welche durch den Einfluß des Wasserdampfes in Borsäure und Ammoniak zerfällt; es war damit jedenfalls die Möglichkeit bewiesen, daß der Stickstoff der Luft überführbar sei in Ammoniak, aber für den Vegetationsproceß konnte diese Thatsache keine Bedeutung haben, da eine Ammoniakquelle aus Stickstoffbor, auch wenn sie zu irgend einer Zeit thätig gewesen ist, in der gegenwärtigen Zeit nicht existirt; es ist bekannt, daß die aus den heißen Dämpfen der Lagunen in Toscana fabrikmäßig gewonnene Borsäure stets beträchtliche Mengen von Ammoniak enthält, und nicht unwahrscheinlich, daß dieses aus Stickstoffbor entstanden ist, allein was die Atmosphäre aus diesen Dämpfen möglicherweise empfangen könnte, ist dem Bedarf der Pflanzenwelt gegenüber vollkommen unerheblich.

In der neuesten Zeit hat Schönbein die bis dahin völlig

unbekannte Quelle, welche die Atmosphäre mit Stickstoffnahrung für die Pflanzenwelt versieht, aufgefunden. In einem mit Versuchen begleiteten Vortrage, welchen Schönbein im April 1861 in München hielt, zeigte er, daß der weiße Dampf, welchen Phosphor bei seiner langsamen Verbrennung in feuchter Luft bildet, salpetrigsaures Ammoniak enthalte, und er erklärte die Entstehung dieses Salzes durch die Annahme, daß der Stickstoff der Luft unter diesen Umständen mit den Elementen von 3 Aeq. Wasser eine Verbindung einzugehen vermöge und sich in dessen Bestandtheile theile, so zwar, daß auf der einen Seite Ammoniak und auf der andern salpetrige Säure gebildet werde; 3 Aeq. Wasser bestehen aus:

$3H + 3O$ dazu $2N$ oder 2 Aeq. Stickstoff $= NH_3 + O_3N$; Gleichzeitig theilte Schönbein die weitere Thatsache mit, daß alles aus der Atmosphäre fallende Wasser kleine Mengen Ammoniaknitrit (salpetrigsaures Ammoniak) enthalte.

Die Entstehung des Ammoniaknitrites bei der langsamen Verbrennung des Phosphors erweckte die Vermuthung, daß auch in anderen Verbrennungsprocessen die nämliche Verbindung gebildet werde, und daß der Verbrennungsproceß überhaupt eine Quelle der Entstehung dieser Ammoniakverbindung sein könne.

Theodor de Saussure hatte in dem bei der Verbrennung des Wasserstoffgases erzeugten Wasser Salpetersäure und Ammoniak gefunden (Annal. d. Chemie 71. 282), und von Schönbein ist im Jahre 1845 in einer akademischen Festschrift angegeben worden, daß bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Fetten 2c. in atmosphärischer Luft eine oxydirende Materie zum Vorschein komme, welche die Indigolösung zu zerstören, den Jodkaliumkleister zu bläuen und noch andere Oxydationswirkungen hervorzubringen vermöge; die eigentliche Natur derselben wurde von ihm damals nicht erkannt, und unentschieden

gelassen, ob die oxydirenden Wirkungen der salpetrigen Säure oder einem andern Körper angehörten.

Eine ganz ähnliche Beobachtung theilte Böttger in einer Sitzung der chemischen Section der Naturforscherversammlung in Speyer bezüglich einiger auffallenden Eigenschaften des beim Verbrennen von Wasserstoffgas in atmosphärischer Luft wie im Sauerstoffgase sich bildenden Wassers mit; dieses Wasser besitzt weder eine saure noch alkalische Reaction, und die Eigenschaft, aus einer ganz schwach mit verdünnter Schwefelsäure angesäuerten Lösung von Jodkalium augenblicklich Jod abzuscheiden; Schönbein, welcher in dieser Sitzung gegenwärtig war, glaubte sich zu der Annahme berechtigt, daß selbst, wenn fragliches Wasser die Siedhitze ohne Aenderung seiner Eigenschaften vertrage, dennoch immerhin Spuren von salpetrigsaurem Ammoniak darin enthalten sein könnten; Böttger gab später an, daß nicht allein dieses Wasser, sondern alles bei Verbrennung kohlenwasserstoffhaltiger organischer Stoffe gebildete Wasser kleine Mengen von salpetrigsaurem Ammoniak enthalte, dessen Gegenwart in dem Dampfe von brennenden Holz- und Steinkohlen von Schönbein nachgewiesen wurde. Kolbe hatte schon vor Böttger bemerkt, daß wenn man eine Wasserstoffgasflamme in dem offnen Halse eines mit Sauerstoff gefüllten Kolbens brennen läßt, sich der innere Raum desselben mit den rothen Dämpfen der salpetrigen Säure anfüllt.

Die von Schönbein bei der Verbrennung des Phosphors in der Luft beobachtete Thatsache der Bildung des salpetrigsauren Ammoniaks bekam hierdurch eine allgemeine Bedeutung, und es sind später von ihm neue Beobachtungen hinzugekommen, welche zu beweisen scheinen, daß nicht der Verbrennungsproceß an sich, sondern die hierbei sich entwickelnde Wärme die eigentliche Bedingung der Bildung dieses Salzes ist; die Erzeugung dieser

Verbindung wird dadurch um so merkwürdiger, da sie unter Umständen vor sich geht, welche sie den vorliegenden Erfahrungen gemäß unmöglich machen sollten, indem salpetrigsaures Ammoniak in etwas concentrirter Lösung beim Kochen derselben geradeauf in Stickgas und Wasser zerfällt.

Erhitzt man nach Schönbein einen Platintiegel gerade so stark, daß auf den Boden desselben fallende Wassertropfen zischend abdampfen, und hält man über den unter diesen Umständen sich bildenden Dampf die Mündung einer kalten Flasche so lange, bis darin einige Grammen Wasser sich gesammelt haben, so findet man, daß diese Flüssigkeit mit einigen Tropfen schwacher Schwefelsäure angesäuert jodkaliumhaltigen Stärkekleister zu bläuen vermag; diese Reaction stellt sich nicht immer ein, auch wenn der Versuch scheinbar unter denselben Verhältnissen gemacht wird, und es ist offenbar, daß ein gewisser bestimmter Temperaturgrad erforderlich ist, um die Verbindung des Stickstoffs der Luft mit den Elementen des Wassers hervorzubringen, über und unterhalb welchem die Verbindung zersetzt wird oder nicht entsteht.

Der nämliche Versuch gelingt gleich gut in Gefäßen von Kupfer, Silber, Eisen oder Thon, und da außer einer höheren Temperatur, Wasserdampf und Luft keine andere Thätigkeit hier in Betracht genommen werden kann, so scheint damit der thatsächliche Beweis für die Bildung des salpetrigsauren Ammoniaks aus Wasser und Stickstoff geführt zu sein; so wenig auch die Menge des salpetrigsauren Ammoniaks betragen mag, die in jeder einzelnen Verbrennung gebildet wird, so sind diese Processe doch so umfang- und zahlreich, daß sich in ihnen die Hauptquelle des constanten Ammoniak- und Salpetersäuregehaltes der Luft oder des Regenwassers nicht verkennen läßt. Der Stickstoff der Luft nimmt, wie diese Beobachtungen zeigen, die

man früher nicht kannte, thatsächlich Theil an dem Vegetationsproceß, nachdem er in salpetrigsaures Ammoniak übergegangen ist. Da die Salpetersäure der salpetersauren Salze von der Ackererde nicht absorbirt oder zurückgehalten wird und das Regenwasser einen constanten Gehalt an Salpeter- oder salpetriger Säure enthält, so sollte man denken, daß alles auf der Erde vorkommende Wasser salpetersaure Salze enthalten müsse, abgesehen natürlich von solchem Wasser, welches mit Erdschichten in Berührung war, worin Salpetersäurebildung statthat; die große Anzahl von Soolquellen und Mineralwasseranalysen, in denen die Salpetersäure nicht als Bestandtheil aufgeführt ist, sowie die Untersuchung der Salinenmutterlaugen, in denen jedenfalls nur außerordentlich kleine, nicht bestimmbare Spuren von salpetersauren Salzen enthalten sind*), führt von selbst auf die Vermuthung, daß in der Erde selbst Ursachen wirken müssen, welche auf die entstandenen salpetersauren Salze wieder zerstörend einwirken.

Eine solche Zerstörung ist uns aus der Gährung der Runkelrübenzucker-Melassen wohlbekannt; der Saft der Runkelrübe enthält sehr häufig salpetersaure Salze, welche, wenn die Melassen zur Alkoholgewinnung verwendet werden, in der Gährung häufig die Entwickelung von Stickoxydgas veranlassen, welches an der Luft die bekannten rothen Dämpfe von salpetriger Säure bildet. Es ist eine bekannte Thatsache, daß in allen Flüssigkeiten, in welchen Salpetersäure mit Wasserstoff im Entstehungsmoment zusammenkommt, dieser die Salpetersäure in Wasser und Ammoniak überführt, so z. B. bei der Auflösung des Zinns in Salpetersäure, oder in einer schwachen Lösung

*) Manche dieser Mutterlaugen, z. B. die Rosenheimer, geben bei Zusatz von Salzsäure und Jodstärkemehl durch die entstehende Bläuung einen schwachen Salpetersäuregehalt zu erkennen.

eines salpetersauren Salzes, der man etwas Schwefelsäure und Zink oder Eisen zusetzt (Kuhlmann). Es giebt nun eine ganze Anzahl von Fäulniß- und Gährungsprocessen, in welchen sich ebenfalls Wasserstoff, häufig Schwefelwasserstoff entwickelt, und es kann der Fall eintreten, daß sich auch in diesen bei Gegenwart von salpetersauren Salzen aus der Salpetersäure Ammoniak bildet, freilich nur in dem Falle, wenn das Ammoniak reine Säure vorfindet, mit welcher es eine Verbindung eingehen kann; die Melassen, welche bei der Gährung Stickoxydgas entwickeln, sind neutral oder etwas alkalisch, und es kann die Bildung desselben durch einen schwachen Säurezusatz verhindert werden.

Die Umwandlung von salpetersauren Salzen in salpetrigsaure ist von Goppelsröder in humusreicher Ackererde beobachtet worden, sowie man denn aus den Versuchen von Schönbein weiß, mit welcher Leichtigkeit die Salpetersäure in neutralen salpetersauren Salzen durch Stoffe, welche Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, z. B. wenn man ihre Lösung in Berührung mit Zink und anderen Metallen stehen läßt, in salpetrige Säure verwandelt wird. Bei der Befeuchtung einer humusreichen Ackererde mit Salpeterlösung konnte schon nach 18 Stunden eine sehr große Menge von salpetrigsaurem Salze in dem wässerigen Auszug der Erde erkannt werden; eine Ackererde eines Runkelrübenfeldes in der Nähe von Basel zeigte in eminentem Grade diese reducirende Eigenschaft; stand dieselbe auch nur einen Tag mit Salpeterlösung zusammen, so war der größte Theil des Salpeters in Nitrit umgewandelt. Im Widerspruch damit bemerkte Goppelsröder, daß die nämliche Erde, welche den Salpeter in salpetrigsaures Kali verwandelte, eine Menge salpetersaure Salze enthielt, wahrscheinlich nur salpetersauren Kalk und salpetersaure Magnesia, welche

demnach unter denselben Verhältnissen nicht zersetzt zu werden scheinen.

Eine Runkelrübe, welche in einer von Nitraten freien Erde wächst, die man von Zeit zu Zeit mit einer schwachen Lösung von salpetrigsaurem Kali begießt, enthält in ihrem Safte nur salpetersaure Salze, keine salpetrigsauren (Goppelsröder).

Auf der andern Seite hat Schönbein beobachtet, daß der ausgepreßte Saft von Lactuca sativa und Leontodon taraxacum mit Jodstärkekleister und etwas Schwefelsäure vermischt, eine starke blaue Färbung durch Jodausscheidung giebt, eine Thatsache, von deren Richtigkeit ich mich selbst, wie von den meisten anderen von Schönbein beobachteten Thatsachen, überzeugte. Beim Stehen des Saftes an der Luft giebt er aber sehr bald diese Reaction auf salpetrige Säure nicht mehr.

Nach einer brieflichen Mittheilung von Schönbein wird das salpetrigsaure Ammoniak sowohl durch unorganische als organische Substanzen, z. B. durch Cellulose, reducirt, d. h. es wirkt als Oxydationsmittel auf sie ein, und alle diese Thatsachen zusammengenommen geben zu erkennen, wie unbekannt wir bis jetzt mit den Vorgängen in der Ackererde geblieben sind und wie nothwendig es ist, sie genauer zu studiren, um Aufschluß über den Vegetationsproceß und die Wirkung der Düngmittel zu erlangen.

Der Riesentang.

Hier (Terra del Fuego) giebt es ein Product des Meeres, dessen Bedeutung einer besonderen Auseinandersetzung werth ist. Es ist der Kelp oder Riesentang (Fucus giganteus nach Solander). Diese Pflanze wächst auf allen Felsen, im niedrigsten Wasser wie in der größten Tiefe. Ich glaube, während der Reise der Adventure und Beazle wurde kein Felsen an der Oberfläche des Meeres entdeckt, welcher nicht bedeckt war mit diesem schwimmenden Unkraute. Der Stengel ist rund, schleimig und glatt und ist selten über einen Zoll dick, mehrere zusammengenommen sind stark genug, um das ganze Gewicht der Steinblöcke zu tragen, an denen sie befestigt sind, und einige dieser Steine sind so schwer, daß sie, an die Oberfläche gezogen, kaum durch eine Person in ein Boot gehoben werden können.

Cook in seiner zweiten Reise sagt, daß in „Kerguelen Land" dieses Kraut von einer ganz außerordentlichen Länge vorkommt, obwohl der Stengel selten dicker als ein Daumen ist. Ich habe erwähnt, daß an manchen Orten, wo es wächst, wir mit dem Senkblei bei einer Tiefe von 24 Faden noch keinen Grund erreichten. Die Wassertiefe muß deshalb noch weit größer sein. Da nun dieses Kraut nicht in gerader Linie in die Höhe wächst, sondern einen sehr spitzen Winkel mit dem Boden macht, und viel davon nach der Hand mehrere Faden weit auf der Oberfläche sich ausbreitet, so glaube ich mit Sicherheit behaupten zu

können, daß einige dieser Pflanzen eine Länge von 60 Faden und mehr erreichen.

Gewiß ist, daß es an den Falklandsinseln und dem Feuerlande ausgedehnte Boden giebt, welche von 10 und 15 Faden Tiefe in die Höhe kommen. Ich glaube nicht, daß der Stengel irgend einer Pflanze in der Welt die große Länge von 360 Fuß erreicht, wie von Cook angegeben ist. Ihre geographische Verbreitung ist sehr beträchtlich, es findet sich an den äußersten südlichen Inselchen vom Cap-Horn an bis nordwärts an der äußeren Küste bis zur Breite von 43°; an der Westküste von Chilve bei 42° Breite kommt es ziemlich häufig vor, wiewohl nicht so üppig. Möglicherweise mag es noch nördlicher vorkommen, aber bald folgen dort verschiedene Arten darauf. Wir haben demnach für sein Vorkommen 15 Grade Breite und nicht weniger als 140 Längengrade.

Die Anzahl lebendiger Geschöpfe aller Arten, deren Bestehen aufs Engste geknüpft ist an den Kelp, ist wundervoll. Ein dickes Buch könnte mit der Beschreibung der Bewohner von einer dieser Seewiesen angefüllt werden. Beinahe jedes Blatt, bis auf die, welche an der Oberfläche schwimmen, ist so dick mit Corallinen incrustirt, daß es weiß erscheint. Wir finden ausgesucht feine Bildungen (Struction), einige bewohnt von hydraähnlichen Polypen, andere von zusammengesetzterer Organisation und schönen zusammengesetzten Ascidien. An der ebenen Oberfläche der Blätter finden sich mannigfaltige patelli, ferner Muscheln, nackte Molusken und viele zweischalige Muscheln befestigt. Zahllose Schalthiere halten sich in jedem Theile der Pflanze auf. Wenn man die großen in einander verwickelten Wurzeln schüttelt, so fällt ein Haufen von kleinen Fischen, Muscheln, Krabben, Seeeiern, Sternfischen, schönen Holuthurien, Planerien und kriechenden Nereiden von mannigfaltigen Formen heraus.

Ich kann diese großen Meerwälder der südlichen Halbkugel nur mit den großen Landwäldern unter den Tropen vergleichen. Doch wenn die letzteren in irgend einer Gegend gestört werden würden, so glaube ich kaum, daß eben so viele Thiergeschlechter untergehen würden, als unter gleichen Umständen mit dem Kelp. Mitten in dem Laube dieser Gewächse leben zahlreiche Arten von Fischen, welche nirgends anderswo Schutz oder Nahrung zu finden vermöchten. Mit ihrer Zerstörung würden die vielen Seemöven, Taucher und andere von Fischen lebende Vögel, die Otter, Seekälber und Meerschweine würden ebenfalls bald untergehen, und zuletzt würde der wilde Feuerländer, der Herr dieses elenden Landes, seine cannibalischen Feste verdoppeln müssen, sie würden an Anzahl hierdurch immer abnehmen und zuletzt zu bestehen aufhören." Chr. Darwin, Journ. of researches 304.

Zusammensetzung
der
künstlichen Ackererde,
welche in Wiegmann's und Polstorf's Versuchen über die organischen Bestandtheile der Gewächse benutzt wurde (Preisschrift S. 9):

Quarzsand	861,26
Schwefelsaures Kali	0,34
Kochsalz	0,13
Gyps (wasserfrei)	1,25
Geschlämmte Kreide	10,00
Kohlensaure Bittererde	5,00
Manganoxyd	2,50
Eisenoxyd	10,00
Thonerdehydrat	15,00
Phosphorsaurer Kalk	15,60
Torfsaures *) Kali	3,41

*) Zur Darstellung dieser Verbindungen wurde gewöhnlicher Torf mit schwacher Kalilauge gekocht und die sehr dunkel gefärbte Auflösung mit verdünnter Schwefelsäure niedergeschlagen. Der Niederschlag ist die unter dem Namen Torfsäure aufgeführte Substanz. Durch Auflösung derselben in Kali, Natron oder Ammoniak und Abdampfen der gesättigten Lösungen wurden obige Verbindungen dieser Basen mit der Torfsubstanz und durch wechselseitige Zersetzung dieser Auflösungen mit reinem Kalk, Bittererde und Salz der torfsaure Kalk, Bittererde, Eisenoxyd, Thonerde dargestellt. Unter Humus versteht man bekanntlich die in Verwesung übergegangenen Thier= und Pflanzenstoffe, welche in fruchtbarer Ackererde selten fehlen. Wiegmann und Polstorf ersetzten diese durch die Torfsubstanz. Durch anhaltendes Kochen der Torfsäure mit Wasser geht sie in die unlösliche Modification über, welche oben als unlösliche Torfsäure angeführt wurde.

Torfsaures Natron	. . . . . .	2,22
" Ammoniak	. . . . . .	10,29
" Kalk	. . . .	3,07
" Bittererde	. . . . . .	1,97
" Eisenoxyd	. . . . . .	3,32
" Thonerde	. . . . . .	4,64
Unlösliche Torfsäure	. . . . .	50,00

Verhalten der in reinem Sande und in künstlicher Ackererde gezogenen Pflanzen:

Vicia sativa.

A.

In reinem Sande.

Die Pflanze erreichte bis zum 4. Juli eine Höhe von 10 Zoll und schien einzeln blühen zu wollen. Am 6. und 7. Juli entfalteten sich einzelne Blüthen, welche auch am 11. schon kleine Schoten ansetzten, die aber keinen Samen enthielten und am 15. schon verwelkt waren. Sämmtliche Pflanzen, die unten schon gelbe Blätter zeigten, wurden mit den Wurzeln aus dem Sande gezogen, die Wurzeln mit destillirtem Wasser abgewaschen, getrocknet und eingeäschert.

B.

In künstlicher Ackererde.

Diese erreichte bis zur Mitte Juni eine Höhe von 18 Zoll, so daß sie mit Reisern gestützt werden mußte, blühte vom 16. Juni an üppig und setzte gegen den 26. Juni viele gesunde Schoten an, die am 8. August reiften und keimfähigen Samen enthielten. Sämmtliche Pflanzen wurden wie die obigen mit den Wurzeln aus dem Boden genommen, gewaschen, getrocknet und eingeäschert.

Hordeum vulgare.

A.

In reinem Sande.

Die Gerste hatte bis zum 30. Juni, da sie unvollkommen blühte, eine Höhe von fast $1^1/_4$ Fuß erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Juli wurden die Spelzen und die Spitzen der Blätter gelb, weshalb ich am 1. August sämmtliche Halme aus dem Boden zog und sie wie die Wickenpflanzen behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Diese erreichte bis zum 25. Juni, da sie vollkommen blühte, die Höhe von $2^1/_4$ Fuß, setzte gut an und lieferte am 10. August reifen und vollkommenen Samen, worauf die Halme sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt wurden.

Avena sativa.

A.

In reinem Sande.

Der Hafer hatte bis zum 30. Juni, da derselbe sehr unvollkommen blühte, die Höhe von fast $1^1/_2$ Fuß erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Juli wurden die Spelzen und die Spitzen der Blätter wie bei der Gerste gelb, weshalb ich die Halme ebenfalls am 1. August aus dem Boden zog und sie wie oben behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Der Hafer erreichte bis zum 28. Juni, da er vollkommen blühte, die Höhe von $2^1/_2$ Fuß, setzte gut an und lieferte am 16. August reifen und vollständig körnigen Samen, worauf die Halme mit den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt wurden.

Polygonum Fagopyrum.

A.

In reinem Sande.

Der am 8. Mai aufgelaufene Buchweizen schien von allen in reinen Sand gesäeten Gewächsen am besten zu gedeihen; er erreichte zu Ende des Monats Juni eine Höhe von $^1/_2$ Fuß und verästelte sich bedeutend. Am 28. Juni fing er an zu blühen, blühte bis zum September, doch ohne Früchte anzusetzen, und würde sicher noch länger fortgeblüht haben, wenn ich ihn nicht am 4. September, weil er gar zu viele Blätter verlor, aus dem Sande gezogen und wie oben behandelt hätte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Der Buchweizen in diesem Boden wuchs sehr schnell, erreichte die Höhe von $2^1/_2$ Fuß, verästelte sich so stark, daß er mit einem Stocke gestützt werden mußte, fing schon am 15. Juni an zu blühen und setzte vollkommene Samen an, die größtentheils am 12. August schon gereift waren. Am 4. September wurde derselbe, zum Theil noch blühend und mit unreifen Früchten, weil er unten zu viel Blüthen verlor, sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt.

Nicotiana Tabacum.

A.

In reinem Sande.

Der am 10. Mai gesäete Taback lief erst am 2. Juni auf, entwickelte sich aber ganz normal. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter erhalten hatten, zog ich die überflüssigen heraus und ließ nur die fünf kräftigsten davon stehen; diese wuchsen sehr langsam bis zum Eintritte des Frostes im October fort,

erhielten aber nicht mehr als vier Blätter und erreichten nur die Höhe von 5 Zoll, ohne einen Stengel zu bilden. Sie wurden am 21. October mit den Wurzeln aus dem Sande gezogen und wie oben behandelt.

B.

In künstlicher Ackererde.

Dieser auch am 10. Mai gesäcte Taback lief schon am 22. Mai auf und wuchs kräftig. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter bekommen hatten, zog ich die überflüssigen aus und ließ nur drei der kräftigsten stehen. Diese wuchsen freudig in die Höhe, bekamen über 3 Fuß hohe Stengel und viele Blätter, fingen am 25. Juli an zu blühen, setzten am 10. August schon Samen an und lieferten den 8. September einzelne reife Samenkapseln mit vollkommenen Samen. Am 21. October wurden auch diese Pflanzen aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt.

Trifolium pratense.

A.

In reinem Sande.

Der am 5. Mai aufgelaufene Klee wuchs im Anfange ziemlich freudig, hatte aber bis zum 15. October nur eine Höhe von 3½ Zoll erreicht, als seine Blätter plötzlich braun wurden, weshalb ich ihn aus dem Boden zog und wie oben behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Dieser hatte am 15. October die Höhe von 10 Zoll erreicht, war dunkelgrün und buschig, als ich ihn, mit dem vorigen zu vergleichen, aus dem Boden zog und ihn wie oben behandelte.

Aschen-Analysen der Samen.

100 Theile trockener Pflanze liefern	in Wasser löslich	in Salzsäure löslich	Kieselerde	zusammen Procent Asche
Vicia faba	1,562	0,563	0,442	= 2,567
Hordeum vulgare	0,746	0,563	1,123	= 2,432
Avena sativa	0,365	0,277	2,122	= 2,864
Polygonum fagopyrum .	0,823	0,547	0,152	= 4,522
Trifolium pratense . . .	1,218	3,187	0,282	= 4,687

Aschenbestandtheile der in reinem Sande und in künstlichem Boden gewachsenen Pflanzen liefern:

		liefern im Wasser	in Salzsäure	in beiden unlösliche (Kieselerde)	im Ganzen Aschenbestandtheile
Vicia sativa 15 Gr. lufttrockener Pflanze	im Sand . .	0,516	0,375	0,135	= 1,026 Gr.
	in künstlicher Ackererde . .	0,693	0,821	0,320	= 1,834 »
Hordeum vulgare 12,5 Gr. Pflanze	im Sand . .	0,123	0,195	0,355	= 0,673 »
	in künstlicher Ackererde . .	0,167	0,226	0,487	= 0,880 »
Avena sativa 13 Gr. Pflanze	im Sand . . .	0,216	0,024	0,354	= 0,594 »
	in künstlicher Ackererde . . .	0,255	0,030	0,461	= 0,746 »
Polygonum fagopyrum	im Sand (12 Gr.)	0,086	0,094	0,045	= 0,225 »
	in künstlicher Ackererde (12,7 Gr.) .	0,148	0,226	0,133	= 0,507 »
Nicotiana Tabacum	im Sand (4 Gr. Pflanze)	0,223	0,252	0,031	= 0,506 »
	in künstlicher Ackererde (21,5 Gr. Pflanze)	1,146	2,228	0,549	= 3,923 »
Trifolium pratense 14,5 Gr. Pflanze	im Sand .	0,522	0,350	0,091	= 0,963 »
	in künstlicher Ackererde .	0,659	0,943	0,082	= 1,684 »

Die obigen Zahlen drücken aus die ungleichen Gewichte der mineralischen Nahrungsstoffe, welche in Polstorf's und Wiegmann's Versuchen gleiche Gewichte der erwähnten Pflanzen von dem Sande und der künstlichen Ackererde aufgenommen hatten, es sind dies also die relativen Gewichte ihrer Aschenbestandtheile und nicht die absoluten Mengen, welche der Sand und die künstliche Ackererde an jede einzelne Pflanze abgegeben hatte. So z. B. lieferten bei der Einäscherung die fünf der im Sande gezogenen Tabackspflanzen 0,506 Grm. Asche, während drei der im künstlichen Boden gewachsenen Tabackspflanzen 3,923 Grm. Asche gaben, fünf würden mithin gegeben haben 6,525 Grm. Asche. Die mineralischen Bestandtheile, welche der Sand fünf Tabackspflanzen abgegeben hatte, verhalten sich zu denen, welche fünf Tabackspflanzen von dem künstlichen Boden empfingen, wie 10 : 120. In gleichen Zeiten empfing also eine Tabackspflanze von dem künstlichen Boden nahe 13mal mehr Bodenbestandtheile als von dem Sande, und ihre Entwickelung stand in einer ganz bestimmten Beziehung zu diesem ungleichen Vorrathe von Nahrungsstoffen. Wiegmann und Polstorf zogen von den Zahlen in der letzten Reihe, welche die Menge Asche bezeichnen, die von einem gegebenen Gewichte der Pflanze gewonnen worden war, das Gewicht der Asche des Samens der Einsaat ab; allein da nur die ganze Ernte der im Sande gezogenen Pflanzen verbrannt wurde und nur ein entsprechendes Gewicht der im künstlichen Boden gewonnenen, so sind die von ihnen angegebenen Zahlen mit einem kleinen Fehler behaftet. Das Gewicht des Samens der Einsaat betrug bei allen Pflanzen 3 Grammen, beim Taback wurde der Samen nicht gewogen.

Ueber die Zusammensetzung von Pflanzenaschen.

Zu den nachstehenden Tabellen.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Analysen der Pflanzenaschen zusammengestellt, deren Bekanntschaft dem Landwirth wichtig oder nützlich ist.

Die nähere Betrachtung giebt zu erkennen, daß die Mehrzahl derselben ziemlich mangelhaft ist und auf viele Fragen die sich daran knüpfen lassen, keine befriedigenden Aufschlüsse giebt. Die Analysen einer und derselben Pflanze, oder Pflanzentheils von dem nämlichen Analytiker, sind außerordentlich abweichend; die Verschiedenheit läßt sich aber — nach den vorliegenden Angaben — weder ableiten von der Spielart, noch von dem Boden, noch von den klimatischen Verhältnissen. Die Organe der nämlichen Spielart, unter gleichen klimatischen und Bodenverhältnissen gewachsen, zeigten in der Zusammensetzung ihrer Aschen die nämlichen großen Schwankungen, wie die gleichen Organe verschiedener Spielarten, gewachsen unter verschiedenen klimatischen und Bodenverhältnissen. Versuche diese Verschiedenheit aufzuklären, sind aber bis jetzt kaum gemacht.

Eine Ursache der verschiedenen Aschenzusammensetzung liegt jedenfalls in der unrichtigen Auswahl des zur Analyse verwendeten Materials.

Dr. Zoeller fand im Jahre 1857 bei seinen Analysen der Gerstenkörner, daß in ihrer Entwickelung gleiche Körner

beinahe gleiche Zusammensetzung haben, daß aber diese wechselt mit der besseren oder schlechteren Ausbildung derselben. Die Gerstenkörner in Weyhenstephan, sowie theilweise die in Schleißheim, zeigten sich in ihrer Zusammensetzung viel constanter als die in Bogenhausen, welche, je nach den einzelnen Versuchsparzellen worauf sie gewachsen, mehr oder weniger vollkommen ausgebildet waren, und hieraus erklären sich eben die größeren Abweichungen in ihrer Zusammensetzung. Die Schwankungen betrafen bezüglich der Asche, hauptsächlich die Alkalien und damit zusammenhängend die Kieselsäure und den Kalk, während sie bei der Phosphorsäure und der Magnesia nur gering waren. Spätere Untersuchungen von Weizen und Roggen bestätigten die über die Gerstenkörner gemachten Wahrnehmungen.

Arendt erhielt bei der Untersuchung von fettem und magerem Haferstroh ähnliche Resultate (chemische Lebensbeschreibung der Haferpflanze S. 19).

Der gehörigen Auswahl des Untersuchungsmaterials kann nie zu viel Aufmerksamkeit geschenkt werden, namentlich bei Versuchen, welche die theilweise Vertretbarkeit der einzelnen Aschenbestandtheile in den Pflanzen sowie ihr relatives Verhältniß in den verschiedenen Wachsthumsstadien zum Gegenstande haben.

Da die Pflanzen in ihren Entwicklungsstadien verschiedene Quantitäten der einzelnen Nährstoffe aufnehmen und nöthig haben, so dürfen Pflanzen und Pflanzentheile nicht von gleicher Wachsthumszeit, sondern nur von gleicher Entwicklung ausgewählt werden.

Die Untersuchung der Buchenblätter (siehe Anhang A, Bd. II) zeigt, wie sehr die Aschenbestandtheile quantitativ und relativ mit dem fortschreitenden Wachsthume der Blätter sich

änderten. Noch größer war der Unterschied bei ungleich entwickeltem Klee. Derselbe war auf gleichem Boden gewachsen, gleichzeitig gesäet und gekeimt. Der Klee I blieb jedoch in Folge der Beschattung durch einen vorstehenden Baum in der Entwicklung hinter dem Klee II zurück. Nach Dr. Zoeller betrugen die Aschenprocente der beiden nach 6 Wochen der Aussaat gleichzeitig abgeschnittenen und bei 100° getrockneten Kleesorten:

	I.	II.
Aschenprocente	12,07	14,37
In 100 Theilen der Asche waren enthalten:		
Alkalien	54,9	36,2
Kalk	14,2	22,8
Kieselsäure	5,5	12,4

Bei der Untersuchung der einzelnen Pflanzenorgane rc. darf endlich nicht außer Acht gelassen werden, daß zur Ausbildung ihrer verschiedenen Gewebstheile auch verschiedene Mengen der Aschenbestandtheile gehören. — So zeigt sich z. B. die Runkelrübe, je nachdem man sie ganz oder nur das Herz oder das Aeußere u. s. f. der Analyse unterwirft, verschieden zusammengesetzt. Nach Dr. Zoellers Analyse enthielten:

100 Theile Trockensubstanz:

Junge Blätter der Rübe	4,6236	Proc. Stickstoff
Rübenherz	3,2676	„ „
Aeußeres der Rübe	2,2750	„ „
Ganze Rübe	2,6430	„ „

100 Theile Trockensubstanz enthielten:

	Rüben-Aeußeres.	Rübenherz.
Aschenprocente	12,12	12,72

In 100 Theilen Asche:

Kali	53,42	52,04
Magnesia	3,44	4,07
Kalk	3,23	3,72
Phosphorsäure	7,53	12,41
Kieselsäure	0,37	1,19

Wünschenswerth wäre es außerdem noch, wenn die Agriculturchemiker sich über die Analysirmethoden und die einheitliche Zusammenstellung der gefundenen Resultate einigten.

Zusammensetzung verschie-

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	Kali. KO	Na-tron. NaO	Mag-nesia. MgO	Kalk. CaO	Phos-phor-säure. PO_5
Algae:						
Chara foetida L. (Armleuchter)	54,58	0,49	0,18	0,57	54,73	0,31
— — —	68,39	0,23	0,12	0,79	54,84	0,16
Chondrus crispus L. (Perlmoos)	20,61	3,57	3,86	2,34	1,48	0,08
— plicatus L.	11,23	0,76	0,91	0,70	1,38	0,44
Cryptococcus Fermentum Ktz. (Hefe) von Weißbier	—	35,16	0,42	4,15	4,47	54,74
Delesseria sanguinea L.	13,17	1,73	2,69	0,75	0,51	0,27
Durvillaea utilis	—	2,46	1,30	0,70	2,87	0,55
Eklonia buccinalis . .	14,27	2,67	0,94	0,73	3,11	0,43
Fucus nodosus	16,19	9,13	14,33	9,91	11,60	1,38
— —	18,39	19,56	7,42	6,49	9,37	1,67
— servatus	15,63	3,98	18,67	10,29	14,41	3,89
— vesiculosus (Blasentang)	16,39	13,01	9,54	6,12	8,36	1,16
— —	—	0,98	0,80	1,19	2,82	0,58
— —	16,22	2,64	2,64	1,10	1,16	0,82
— —	18,25	19,54	5,74	5,49	8,40	2,02
Furcellaria fastigiata .	18,92	3,83	4,44	1,98	1,40	0,39
Halidrys siliquosa . . .	15,65	—	—	—	—	—
Laminaria digitata . .	20,40	20,66	7,65	6,86	10,94	2,36
— —	—	4,24	0,13	—	2,50	0,79
— — } Herbst gesammelt { Stengel	48,27	5,48	—	2,69	7,11	2,39
— — } Herbst gesammelt { Wedel		11,62	—	5,77	7,11	2,59
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

dener Pflanzenaschen.

Schwefelsäure. SO_3	Kieselsäure. SiO_2	Eisenoxyd. Fe_2O_3	Chlornatrium. $ClNa$	Chlorkalium. ClK		Analytiker.
0,24	0,70	0,04	0,14	—	—	Schulz-Fleeth.
0,28	0,33	0,16	0,08	—	—	
8,50	—	—	—	—	—	Forchhammer.
1,64	—	—	1,98	—	—	
0,08	—	0,61	—	0,19	—	Bull.
5,13	—	—	—	—	—	Forchhammer.
4,04	—	—	6,8	—	—	
1,89	0,48	—	2,15	—	—	
24,20	1,09	0,26	18,28	—	0,49 KJ	Gödechens.
21,45	0,37	0,26	23,76	—	0,43	Anderson.
18,59	0,38	0,30	16,56	—	1,18 NaJ	Gödechens.
24,06	1,15	0,28	21,45	—	0,32	
2,86	1,20	—	0,38	—	—	Forchhammer.
2,06	—	—	3,81	—	—	
26,38	0,63	0,33	23,37	—	0,22 KJ	Anderson.
5,85	—	—	—	—	0,04 Mn_2O_3	Forchhammer.
3,44	—	—	4,70	—	0,04 Mn_2O_3	
12,23	1,44	0,57	26,18	—	3,34 NaJ	Gödechens.
5,05	0,11	—	7,90	—	—	Forchhammer.
2,20	0,32	0,30	15,09	57,63	1,49 KJ	Anderson.
8,58	0,97	0,49	30,02	25,94	2,04 KJ	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Laminaria digitata {Frühling ges.} Stengel	14,62	11,02	—	9,92	4,19	1,59
— — Seetang-Dünger .	14,54	8,97	—	4,55	12,75	3,23
Laminaria latifolia . .	13,62	—	—	0,78	1,61	0,81
— saccharina (Zuckertang)	10,0 †)	9,50	16,19	10,96	16,71	1,59
Padina pavonia	34,75	—	—	—	25,29	3,93
Polysiphonia elongata .	17,10	3,43	0,52	2,32	0,69	0,26
Sargassum cocciferum (Beerentang)	11,62	0,09	0,81	0,68	5,69	0,38
— vulgare	52,28	5,00	1,02	1,09	4,39	0,45
Alsineae:						
Arenaria media L. (Sandkraut) Blühende Pflanze.	27,88	15,21	7,02	4,93	3,03	3,26
Arenaria rubra L. (Sandkraut) Ganze Pfl., z. Thl. i. Samen geschoss.	9,75	33,89	6,77	8,20	7,79	13,12
Ampelideae:						
Vitis hederacea L. (Zaunrebe) grüne Blätter)	1,56 ††)	23,97	10,57	8,06	20,26	15,10
Vitis vinifera L. (Weinstock)						
1 Liter Wein . .	1,87 *)	0,847	—	0,172	0,092	0,412
— Weintrester . . .	—	36,9	—	2,2	10,7	10,70
— Rebenreiser . . .	—	18,0	0,12	6,1	27,3	10,40
— Reben	2,52	34,13	7,79	6,55	30,28	16,35
— —	2,25	24,93	7,00	8,79	35,94	19,55
— —	2,85	37,48	1,33	1,05	43,88	9,20
— —	2,83	17,55	26,76	9,17	30,33	2,85
— —	2,69	25,31	2,14	7,48	40,87	17,94
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der lufttrockenen Substanz. ††) der frischen Substanz.

*) Grammen.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
6,58	1,09	0,41	17,53	23,42	1,11 KJ	Anderson.
4,37	2,11	1,65	15,51	6,40	1,18 KJ	
1,45	0,08	—	2,24	4,24	—	Forchhammer.
18,07	—	0,80	0,66	—	0,94	Witting.
4,46	—	—	—	—	8,19 Mn_2O_3	Forchhammer.
4,63	0,48	—	2,22	—	—	
2,22	0,19	—	—	—	—	
3,61	—	—	7,09	—	—	
3,81	3,24	0,68	48,98	—	—	Harms.
8,18	4,44	3,02	8,25	—	—	
3,09	5,00	0,67	2,96	—	—	Wittstein.
0,096	—	—	—	—	—	Boussingault.
5,4	—	3,4	0,65	—	—	
1,6	—	3,8	0,16	—	—	
2,66	1,45	0,16	0,83	—	—	Hruschauer.
2,35	0,62	0,24	0,58	—	—	
3,61	0,72	1,08	1,61	—	—	Crasso.
2,01	1,61	6,63	3,05	—	—	Levi.
2,88	—	2,49	0,87	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Vitis vinifera L. frischer Weinmost . . .	—	57,12	—	7,04	6,73	—
— Most von unreifen blauen Trauben .	0,259	66,33	—	3,27	5,20	15,38
— Most v. reifen bl. Trauben	0,340	65,04	—	4,74	3,37	16,59
— id.	0,409	71,85	0,79	3,97	3,39	14,07
— Most v. reifen grünen Trauben . .	0,209	62,74	2,05	3,95	5,11	17,04
— Blaue Trauben, Schalen	3,745	41,65	1,70	6,02	20,31	19,57
— Grüne Trauben, Schalen	4,321	41,89	1,00	4,45	21,73	15,66
— Bl. Trauben, Kerne	2,776	27,42	—	8,53	32,18	27,00
— Gr. Trauben, Kerne	2,837	29,02	—	8,59	35,57	21,05
— Kleinburgunder, Rebenholz . . .	3,692	44,15	2,69	4,77	36,04	7,05
— Reben	—	28,54	0,06	7,64	40,82	15,07
Amygdaleae:						
Amygdalus communis L. (Mandelbaum) Samen-beere, süße	0,375 †)	27,95	0,23	17,66	8,81	43,70
Prunus Avium L. (Waldkirsche) Holz	0,28	20,78	8,40	9,19	28,69	7,73
Prunus Avium L. (Waldkirsche) Rinde	10,37	7,46	14,53	5,10	41,95	3,26
Prunus cerasus L. (Kirsche) ganze Frucht	0,43 †)	51,85	1,12	5,46	7,47	15,96
Prunus cerasus L. (Kirsche) Stiel	2,37 †)	42,66	6,17	2,71	22,26	15,99
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der frischen Substanz.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
13,58	0,14	0,49	—	2,40	—	Crasso.
5,19	1,99	0,73	1,21	—	0,82 Mn_3O_4	
5,54	2,10	0,43	1,79	—	0,75 »	
3,65	1,19	0,09	0,61	—	0,10 »	
4,89	2,18	0,40	1,15	—	0,30 »	
3,48	3,46	2,11	0,82	—	0,76 »	
3,88	2,57	1,97	1,16	—	0,51 »	
2,40	0,95	0,45	—	0,61	0,35 »	
2,61	1,27	0,65	—	0,74	0,45 »	
1,82	1,22	0,54	1,38	—	0,11 »	
3,44	0,57	0,77 *)	2,72	—	—	Malaguti u. Durocher.
0,37	—	0,48	—	—	—	Zedeler.
3,29	2,06	0,07	Spur	—	—	Engelmann.
0,80	19,98	0,20	0,62	—	—	
5,09	9,04	1,99	2,02	—	—	Richardson.
2,98	2,59	1,25	2,39	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.		Aschenprocente	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Prunus domestica L. Pflaumen (f. g. Orleanspflaumen)	ganze Frucht	0,40 †)	59,21	0,54	5,46	10,04	15,10
	Fruchthaut	0,89 †)	58,86	3,52	9,29	8,25	13,36
	Fruchtfleisch	0,31 †)	54,59	8,72	4,69	4,86	17,70
	Kern	1,64 †)	26,52	1,94	16,17	8,49	34,85
	Samenschale	0,24 †)	21,69	7,69	3,77	28,06	27,29
Prunus Mahaleb L. (Weichselkirsche)	Rinde	11,20	6,79	—	3,44	49,20	0,20
	Holz	1,60	63,0 (KO + NaO)		7,0	48,80	6,70
Prunus spinosa L. (Schlehe)	Früchte	2,08	34,80	4,04	6,20	9,60	10,50
Anterrhineae:							
Digitalis purpurea L. (Fingerhut)	ganze Pflanze ohne Wurzel	10,89	43,53	3,70	6,53	15,65	1,68
		—	19,16	—	11,18	10,18	11,20
Euphrasia Odontites L. (Augentrost)	id.	—	20,00	2,15	6,35	10,37	11,62
Linaria striata D. C. (Leinkraut)	id.	—	15,98	—	10,05	25,53	7,50
Aquifoliaceae:							
Ilex aquifolium L. (Stechpalme) Blätter		4,30	14,27	3,49	14,72	25,51	3,63
Aroideae:							
Acorus Calamus L. (Kalmus)		6,90	32,93	—	7,70	11,48	13,20
Arum esculentum L. .		1,65 †)	38,88	—	Spur	15,74	13,89
Artocarpeae:							
Ficus carica, Feige, sogen. Frucht		—	28,36	24,14	9,21	18,91	1,30
			KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der frischen Substanz.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3. **) Chlor.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
3,83	2,36	3,20	—	—	—	
1,96	0,81	3,94	—	—	—	
3,23	3,15	2,54	0,62	—	—	Richardson.
7,11	2,38	2,03	0,49	—	—	
6,61	2,57	2,32	Spur	—	—	
0,01	0,90	0,23	0,07	—	—	Kittel.
6,0	2,80	0,50	9,72**)	—	0,8 Mn_2O_3	Berthier.
1,80	7,00	0,90	0,49	—	Spur	Schreiner.
3,91	12,78	3,19	9,03	—	—	Wrighton.
3,73	18,96	2,18*)	12,68	8,12	—	
4,69	39,79	0,82*)	3,72	—	—	Malaguti u. Durocher.
5,22	20,53	3,78*)	7,24	2,88	—	
0,74	5,62	0,61	0,28	—	0,94 Mn_2O_3	Reithner.
5,06	2,39	1,91	2,84	14,66	—	Rühling.
4,35	5,24	0,98	6,99	—	—	Herapath.
6,73	5,93	1,46	4,02	—	—	Richardson.

| SO_3 | SiO_2 | Fe_2O_3 | ClNa | ClK |

Pflanzen oder Pflanzentheile.		Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Morus alba L. (Maulbeerbaum)	Holz	1,60	—	—	5,2	46,7	11,6
	—		5,20	8,1	4,6	46,1	1,8
Asparageae:							
Asparagus officinalis L. (Spargel)	ganze Pfl. cultivirt	6,07	32,74	—	—	19,87	12,27
	ganze Pfl. wild	6,73	15,81	2,27	1,24	19,57	7,26
	Sprossen cultivirt	6,40	22,85	2,27	6,34	15,91	18,32
	id.	0,47 †)	6,01	34,21	3,03	4,39	20,07
Aurantiaceae:							
Citrus Aurantium L. (Pomeranzenbaum)	Wurzeln	4,48	15,43	4,52	6,91	49,89	13,47
	Stamm	2,74	11,69	3,07	6,34	55,13	17,09
	Blätter	13,73	16,51	1,68	5,72	56,38	3,27
	Früchte	3,94	36,42	11,42	8,06	24,52	11,07
	Kerne	3,30	40,28	0,92	8,74	18,97	23,24
Citrus Aurantium L.	ganze Frucht	—	38,72	7,64	6,55	22,99	14,99
Citrus medica L. (Citronenbaum)	Samen	—	33,89	3,56	8,67	12,87	31,81
	Saft der Früchte	0,2—0,5	44,34	1,06	3,34	7,61	8,06
Betulaceae:							
Alnus incana D. C. (Erle)	Früchte	1,94 ††)	42,90	0,81	8,29	26,95	9,75
	»	2,58 ††)	32,33	2,20	7,74	34,44	16,17
Betula alba L. (Birke)	Holz	—	12,81	1,60	2,22	20,72	8,13
		—	5,67	1,25	1,69	48,89	4,22
		—	14,78	2,77	11,78	—	16,65
	Holz	0,293	9,34	2,90	5,90	41,61	6,97
	Rinde	1,283	0,59	3,68	5,54	39,44	5,82
			KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der frischen Substanz. ††) der lufttrockenen Substanz.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
—	7,7	0,3	—	—	0,5 Mn_2O_3	Berthier.
8,3	2,9	0,5	6,5	—	1,3	
3,56	2,97	0,24	Spur	13,06	—	Herapath.
7,77	0,85	0,90	20,51	—	—	
7,32	12,53	5,11	7,79	—	1,38 MnO	Schlienkamp.
4,13	13,47	1,75	12,94	—	—	Richardson.
5,78	1,75	1,02	1,18	—	—	Rowney u. Blow.
4,64	1,22	0,57	0,25	—	—	
4,43	4,83	0,52	6,66	—	—	
3,74	0,44	0,46	3,87	—	—	
5,10	1,13	0,80	0,82	—	—	
2,95	5,24	0,92	Spur	—	—	Richardson.
3,30	0,35	0,24	2,31	—	—	Souchay.
12,47	0,57	0,56	2,02	—	—	—
4,65	4,54	1,91	0,19	—	Spur Mn_2O_3	Röthe.
2,20	1,83	2,11	0,24	—	0,73 »	
0,02	2,88	0,78	—	—	Spur MnO	Witting.
—	1,51	0,47	—	—	1,67 »	
2,77	4,00	—	—	—	3,81 »	
0,43	2,98	0,93	0,64	—	2,81 »	Wittstein.
0,24	13,69	0,71	2,27	—	6,07 »	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	Na O	MgO	CaO	PO_5
Betula alba L. (Birke) Holz	0,316	6,49	4,13	6,36	40,53	4,64
Betula alba L. (Birke) Rinde	1,377	5.05	2,55	6,64	29,28	5,16
Boragineae:						
Borago officinalis L. Stengel, Blätter und Blüthen	—	41,46	—	1,90	19,26	10,22
Echium vulgare L. id.	—	25,32	4,01	4,94	28,23	2,70
Symphytum officin. L. id.	—	25,75	—	4,20	14,58	4,93
Bromeliaceae:						
Bromelia Ananas L. (Ananas) Ganze Frucht	—	49,42	—	8,80	12,15	5,53
Bromelia Ananas L. (Ananas) Schopf	—	19,66	—	6,81	21,28	3,45
Büttneriaceae:						
Theobroma Cacao L. (Cacaobaum) Samen . . .	4,90	37,14	—	15,97	2,88	39,55
Cacteae:						
Cactus	9,00	7,83	28,19	7,75	10,65	7,26
Camelliaceae:						
Thea chinensis Sims. (Theestrauch) Souchong I. Sorte	5,48	3,70	25,46	9,59	11,36	12,62
Thea chinensis Sims. (Theestrauch) Souchong II. »	6,11	44,96	1,70	8,41	8,77	11,46
Thea chinensis Sims. (Theestrauch) Souchong Extract	3,06	47,45	5,03	6,84	1,24	9,88
Thea chinensis Sims. (Theestrauch) Oolong-Sorte	5,14	12,38	40,00	6.17	7,68	8,26
Thea chinensis Sims. (Theestrauch) Joung-Hyson-S.	5,94	33,95	9,16	6,79	8,17	16,64
Thea chinensis Sims. (Theestrauch) Niny-Ong-S.	4,73	28,38	12,88	—	8,39	17,44
Caryophylleae:						
Agrostemma Githago L. (Raden) ganze Pflanze .	13,20	22,86	—	6,14	29,27	7,24
Lychnis vespertina L. (Lichtnelke) blüh. Pflanze	—	38,80	2,14	10,93	18,33	9,47
		KO	Na O	Mg O	Ca O	PO_5

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3, Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
0,02	2,89	0,65	1,07	—	5,34 Mn_2O_3	Wittstein.
1,65	16,96	2,25	1,43	—	4,80 »	
3,29	11,21	1,31*)	3,54	8,41	—	Malaguti u. Durocher.
3,77	26,46	1,11*)	8,31	—	—	
0,98	21,22	0,84*)	8,89	14,76	—	
Spur	4,02	1,45	17,02	0,88	—	Richardson.
5,26	6,09	3,90	2 42	31,11	—	
1,53	—	0,17	2,75	—	—	Zedeler.
6,09	16,49	0,97	14,87	—	—	
10,14	16,04	8,42	2,40	—	—	Spooner.
6,96	8,79	6,80	2,15	—	—	
8,72	2,31	3,29	3,62	—	0,51 Mn_2O_3	Lehmann.
8,27	7,81	7,18	2,25	—	—	Tevas.
8,89	10,89	4,71	4,66	—	—	Hague.
4,76	5,59	19,31	3,25	—	—	Homer.
2,39	2,39	1,21	—	7,55	—	Rühling.
2,95	7,56	1,09*)	7,66	—	—	Malaguti u. Durocher.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Stellaria media L. (Sternkraut) blühende Pflanze	—	38,69	—	8,00	4,80	12,00
Chenopodiaceae:						
Beta vulgaris L. (Runkelrübe) Samen	6,58	16,08	6,86	15,22	13,42	13,85
Beta vulgaris L. (Runkelrübe) Wurzel	7,8 bis 8,4	51,10	—	2,94	2,45	10,77
Beta vulgaris L. (Runkelrübe) Var.: f. g. gelbe runde Blätter	14,00	8,34	12,21	9,84	8,72	4,49
Beta vulgaris L. (Runkelrübe) Var.: f. g. gelbe runde Wurzel	11,32	23,54	19,08	1,75	1,78	5,89
Beta vulgaris L. (Runkelrübe) Var.: »lange« Rübe	7,10	21,68	3,13	1,79	1,90	1,65
Beta vulgaris L. (Runkelrübe) Var.: »lange« Blätter	17,90	27,90	3,01	7,03	8,17	5,19
Beta vulgaris L. (Runkelrübe) Var.: »rothe« Rübe	10,00	29,05	19,05	2,79	2,17	3,11
Beta vulgaris L. (Runkelrübe) Var.: »rothe« Blätter	19,00	27,53	5,83	9,10	9,06	4,39
Chenopodium maritimum L. Stengel	24,37	3,13	5,01	1,97	4,37	1,07
Chenopodium maritimum L. Blüthen und jüngste Triebe	31,86	4,39	2,30	6,59	4,23	2,01
Spinacia oleracea L. Spinat	2,03 †)	9,69	34,96	5,29	13,11	11,97
Compositae:						
Anthemis arvensis L. .	9,66	30,58	—	3,67	16,01	11,43
Aster Tripolium L. (Aster) Wurzelblätter	14,94	13,62	—	2,19	5,04	2,58
Aster Tripolium L. (Aster) Stengel	8,66	2,53	—	2,22	4,45	1,59
Aster Tripolium L. (Aster) Stengelblätter	16,22	6,15	14,00	1,67	4,83	2,80
Aster Tripolium L. (Aster) Blüthen	9,41	25,41	1,36	5,67	7,19	12,71
Achillea Millefolium T. (Schafgarbe)	13,45	30,37	—	3,01	13,40	7,13
* Centaurea Cyanus L. (blaue Kornblume) . .	7,32	36,54	—	4,56	15,49	7,32
Cichorium Endivia L. (Endivie)	1,37 †)	37,87	12,12	1,77	12,03	2,99
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der frischen Substanz.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3, Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
2,10	10,66	2,10*)	9,06	10,52	—	Durocher u. Malaguti.
3,64	1,86	0,40	15,30	—	—	Way u. Ogston.
2,30	0,19	0,35	17,04	12,85	—	Griepenkerl.
6,54	2,35	1,46	37,66	—	—	
3,68	2,22	0,74	24,54	—	—	
3,14	1,40	0,52	49,51	—	—	Way u. Ogston.
4.60	2,26	0,96	34,39	—	—	
3,31	4,11	0,56	14,18	—	—	
6,26	1,35	0,48	29,85	—	—	
3,33	1,96	1,41	76,91	—	—	Harms.
3,02	2,43	2,25	71,86	—	—	
9,30	3,16	4,59	7,93	—	—	Richardson.
4,60	6,80	3,28	—	7,15	—	Rühling.
2,69	0,65	0,60	65,51	3,67	—	
1,80	0,46	1,12	68,49	14,08	—	Harms.
4,13	0,78	1,24	60,18	—	—	
10,49	0,99	2,15	30,30	—	—	
2,44	0,92	0,21	3,63	20,49	—	Way u. Ogston.
2,69	3,29	1,61	—	11,18	—	Rühling.
5,21	24,62	3,37	Spur	—	—	Richardson.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Cichorium Intybus L. (Cichorie) Blätter	15,69	46,60	—	2,57	11,35	7,14
Wurzel	3,64	34,65	8.92	6,73	10,09	16,21
id.	6,77	55,27	—	4,09	7,90	13,00
Wurzel, cultivirt	—	44,45	0,86	9,30	7,29	29,03
id.	—	33,48	3,82	5,27	9,38	10,66
id.	—	24,88	12,02	7,22	9,60	11,27
id.	—	29,56	—	3,42	5,00	7,06
id.	—	32,07	—	3,85	5,31	6,65
Chrysanthemum segetum L. (Wucherblume) ganze Pflanze	8,52	24,86	6,21	6,96	14,08	6,16
Conyza Squarrosa L. Stengel, Blätter, Blüthen und Früchte . . .	—	21,24	—	8,00	24,08	11,19
Centaurea nigra L. Stengel, Blätter u. Blüthen	—	23,90	4,00	6,22	22,41	9,09
Cynara Scolymus L. Artischocke . . .	1,17 †)	24,04	5,52	4,14	9,56	38,46
Jerusalem-Artischocke Wurzel	11,20	55,87	—	1,30	3,34	16,99
Stengel	4,40	38,40	0,69	1,91	20,31	2,97
Blätter	28,30	6,81	3,72	1,95	40,15	0,61
Filago germanica L. (Fadenkraut) Stengel, Blätter und Blüthen . . .	—	29,76	—	4,79	15,39	8,63
Gnaphalium Leontopodium (Edelweiß) getr. Pflanze (Stengel, Blätter, Blüthen)	6,5	29,02	—	6,70	23,76	6.24
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der frischen Substanz.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
7,15	0,81	1,04	1,10	1,66	—	
15,24	4,42	0,77	2,98	—	—	Richardson.
6,23	1,29	1,05	8,86	2,31	—	
3,70	0,78	Spur	4,05	—	—	H. Bauer.
10,29	3,81	3,81	8,11	—	—	
10,53	2,61	3,13	7,71	—	—	Graham, Stenhouse u. Campbell.
5,38	12,75	5,32	5,31	—	—	
6.01	10,52	3,52	7,51	—	—	
5,12	4,68	1,02	16,10	—	—	Bangert.
4,86	6,38	3,57*)	9,45	—	—	Malaguti u. Durocher.
1,36	19,22	6,12*)	6,14	—	—	
5,18	7,02	2,51	3,57	—	—	Richardson.
3,77	1,52	0,45	—	4,88	—	
3,23	1,51	0,88	4,68	—	—	Way und Ogston.
2,21	17,25	1,14	1,82	—	—	
5,16	21,58	4,35*)	6,92	2,31	—	Durocher u. Malaguti.
5,04	0,98	0,86	—	7,13	—	Bauer.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.		Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Lactuca sativa L. Schnittsalat	Stengel u. Blätter	23,85	22,37	18,50	5,68	10,43	9,39
	id.	0,87 †)	46,01	5,29	2,17	6,05	8,52*
Leontodum taraxacum L. (Löwenzahn)	ganze Pfl.	8,88	31,98	6,70	6,39	16,42	6,45
	Wurzel . .	—	17,95	28,60	1,31	11,43	11,21
Madia sativa L., Körner .		—	9,53	11,24	15,42	7,74	54,99
Matricaria Chamomilla L.	I.	9,69	32,39	—	4,79	16,42	8,55
	II.	8,51	25,49	—	4,94	19,10	5,86
Coniferae:							
Abies excelsa Lam. (Rothtanne, Fichte)	Zweige m. Rinde, $1/2$ bis 2 CM. dick	—	12,84	3,84	2,81	58,27	2,60
	Holz	0,25	3,65	18,74	4,37	33,52	3,54
	Rinde	2,81	3,52	2,65	3,13	41,51	1,70
Abies pectinata D. C. (Weiß- od. Edeltanne)	Holz . .	0,28	22,55	4,49	6,17	33,04	5,04
	Rinde . .	3,30	5,29	1,41	2,00	46,06	1,62
	Samen .	—	21,75	6,76	16,79	1,54	39,65
	Holz . .	—	2,31	13,88	3,99	58,65	3,55
Larix europaea D. C. (Lärche) Holz		—	15,24	7,27	24,50	26,97	1,93
Pinus Strobus L. (Weymouthskiefer)	Zw. m Rinde, $1/2$ b. 2 CM. dick	—	16,24	5,62	7,12	44,74	6,11
	id.	—	17,33	0,48	4,36	60,74	3,74
Pinus sylvestris L. (Kiefer)	Holz v. 220jähr. Baume	1,13	1,78	0,69	1,58	22,81	5,34
	» » 170 » »	1,98	2,12	1,12	1,01	36,40	6,78
	» » 135 » »	2,92	0,74	0,23	0,63	41,72	7,17
	Rinde v. 220jähr. B.	0,45	7,04	4,10	5,28	24,63	3,84
	» » 170 » »	0,58	12,23	2,95	3,71	38,21	2,72
	» » 135 » »	0,42	2,78	2,87	6,79	35,81	6,50
			KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der frischen Substanz. *) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
3,85	11,86	2,82	—	15,09	—	Griepenkerl.
3,89	20,23	Spur	7,82	—	—	Richardson.
1,82	5,84	0,69	3,53	—	—	Winternitz.
2,37	11,26	1,27	4,67	—	—	Graham, Stenhouse, Campbell.
—	—	1,08	—	—	—	Souchay.
4,34	1,53	1,65	—	14,26	—	Rühling.
4,99	1,65	1,65	—	18,49	—	
1,60	12,55	1,60*)	3,40	—	—	Malaguti u. Durocher.
2,13	1,41	0,65	0,41	—	2,13 MnO	
0,68	10,42	0,38	0,21	—	2,32 »	Wittstein.
3,71	0,92	0,41	0,32	—	3,24 »	
1,03	5,56	0,56	1,31	—	1,18 »	
—	11,71	1,31	0,57	—	—	Poleck.
1,28	10,87	2,60	0,19	—	2,65 Mn_2O_3	Sacc.
1,79	3,60	4,25	0,92	—	13,51 MnO	Böttinger.
10,29	5,81	1,60	1,65	—	—	Malaguti u. Durocher.
1,45	8,72	0,93*)	1,96	—	—	Dieselben.
1,43	32,56	6,48	0,25	—	10,12 Al_2O_3	
0,42	24,11	2,12	0,17	—	4,49 MnO 0,51 »	
—	15,08	0,34	0,08	—	3,08 Al_2O_3	
2,03	30,30	4,94	0,64	—	0,92 »	Wittstein.
1,90	14,40	1,91	0,93	—	0,72 MnO 0,06 »	
1,34	11,87	7,76	0,80	—	0,26 Al_2O_3 0,016 MnO	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.		Aschen-procente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	P O_5
Pinus sylvestris L. (Kiefer)	Holz	—	7,17	6,26	9,19	31,50	3,07
	Scheitholz	21,23 *)	11,81	0,42	8,43	50,26	5,05
	Prügelholz	26,81	12,63	2,24	8,29	47,50	5,67
	Reisholz m. Nadeln	88,15	14,06	1,66	9,82	38,11	11,09
	Samen	—	22,37	1,26	15,09	1,86	45,95
	Holz	0,143	2,79	15,99	19,76	31,74	1,59
Convolvulaceae:							
Convolvulus Batatus:							
Knollen		4,53	29,35	—	1,43	11,95	8,00
Crassulaceae:							
Sedum album L (Fetthenne)	Stengel, Blätter u. Blüthen	—	9,15	2,82	2,58	65,21	6,26
— reflexum L.	id.	—	10,41	—	4,22	53,99	2,96
Cruciferae:							
Brassica campestris var.:							
napobrassica (Erdkohlrabi) Wurzel		7,28	50,48	—	2,03	6,58	12,73
Brassica Napus L.	Blätter	—	11,38	—	2,00	19,48	14,32
	Blätter	—	—	—	2,36	43,60	6,05
	Wurzel	—	12,03	—	5,13	24,17	16,63
Brassica Napus oleifera (Kohlreps)	Kraut	9,98	26,00	—	2,48	9,96	6,85
	Körner (I.) ausgesucht	6,98 †)	15,12		7,51	8,49	27,67
	» geschlämmt	5,97 †)	16,33	0,34	8,80	8,30	31,90
	» »	5,93 †)	17,42	0,37	9,10	10,10	33,86
	» (II.) abgerieben	4,58 †)	16,06	1,14	10,45	11,32	34,00
	Stroh (I.)	4,47 †)	16,63	10,57	2,92	21,51	4,68
	» (II.)	4,41 †)	16,54	1,32	11,07	25,97	4,03
			K O	Na O	Mg O	Ca O	P O_5

†) der lufttrockenen Substanz.

*) Bedeuten Grm. Asche in großh. hess. Cubikfuß (trocken?) Holz.

**) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
2,07	5,72	2,23	0,81	—	—	Levi.
1,59	2,44	0,61	0,05	—	0,39 Mn_2O_3	Vonhausen.
1,60	2,72	0,74	0,15	—	0,66 »	
1,30	5,07	0,94	0,33	—	0,28 »	
—	10,44	3,01	—	—	—	Böttinger.
1,93	3,04	3,51	1,48	—	18,17 MnO	
7,10	2,12	1,30	11,39	12,44	—	Herapath.
2,80	5,81	1,40 **)	3,49	—	—	Durocher u. Malaguti.
4,66	12,88	1,94 **)	6,56	1,41	—	
3,36	0,07	0,20	5,94		—	Herapath.
7,19	11,32	2,23 **)	5,60	22,20	—	Durocher u. Malaguti.
4,20	9,19	0,85 **)	10,54	19,89	—	
5,43	8,51	3,39 **)	8,40	12,91	—	
15,91	6,28	1,58	11,02	8,91	—	Way und Ogston.
3,79	32,06	1,46	0,76	—	—	W. Bär.
5,38	19,98	1,79	0,96	—	—	
2,04	18,52	1,92	0,55	—	—	
7,93	9,23	0,99	0,85	—	—	
3,90	11,80	1,30	2,53	—	—	
5,46	3,42	1,19	3,26	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.		Aschen-procente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	$P O_5$
Brassica Napus oleifera (Kohlreps)	Körner	4,03	22,70	—	12,03	14,65	48,57
	»	4,51	25,05	—	11,39	12,91	45,94
	Stroh	5,21	8,13	3,26	2,56*)	20,05	4,76
	Blätter	—	29,53	2,11	7,45	25,51	1,80
	Körner	4,73	1,85	—	21,46	26,46	44,31
	Stroh	—	16,34	3,64	8,89	43,62	7,08
	Körner	4,87	21,45	—	11,02	6,36	36,75
	Stroh	4,28	32,25	—	10,31	24,39	3,05
	Körner	4,18	12,35	—	8,22	27,82	44,16
	Stroh	3,81	30,48	—	5,13	30,61	7,66
	Körner höchster Gehalt	5,19	29,49	2,01	13,57	16,56	47,49
	Körner mittlerer »	4,23	24,26	0,93	12,06	14,09	44,39
	Körner niedrigster »	2,44	21,85	0,05	10,45	11,37	39,14
	Stroh höchster Gehalt	6,01	26,06	—	9,27	32,79	11,82
	Stroh mittlerer »	4,51	18,41	1,61	4,97	25,50	7,28
	Stroh niedrigster »	2,85	8,54	—	2,78	19,66	1,05
	Körner	2,48 †)	28,94	1,75	12,84	11,19	40,79
	Stroh	3,93 †)	23,02	—	6,72	22,47	4,07
	Oelkuchen v. Rapssam.	6,13	21,90	—	14,75	8,62	32,70
	id.	7,03	26,75	—	8,29*)	13,12	41,01
Brassica oleracea L. (Gemüsekohl)	(Caw-Cabbage) Kraut	10,00	40,86	2,43	2,39	15,01	12,52
	Strunk	1,24 †)	40,93	4,05	3,85	10,61	19,57
	Var.: bullata (Wirsing) Blätter . . .	—	26,98	—	2,99	27,92	16,30
	Var.: asparagoides (Brocolikohl) Wurzel	1,01 †)	47,16	—	3,93	4,70	25,83
	— — Blätter . . .	1,70 †)	22,10	7,55	3,43	26,44	19,62
	— — Knospen . .	—	17,05	—	15,09	25,85	23,91
			K O	Na O	Mg O	Ca O	$P O_5$

†) der lufttrockenen Substanz.

*) Mit Eisenoxyd. **) Fe_2O_3, Mn_2O_3 u. Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
0,80	—	1,19	—	—	—	Erdmann.
0,53	1,11	0,62	—	0,21	—	Rammelsberg.
7,60	0,48	—	31,32	—	—	
4,00	6,14	0,70	3,25	—	—	Namur.
0,29	—	5,62	—	—	—	Hagen.
4,21	5,08	0,21	9,53	—	—	
6,06	—	—	—	0,63	16,14 Mn_2O_3 und Fe_2O_3	Nitzsch.
12,43	—	—	—	10,30	5,52 »	
1,88	1,64	2,66	—	2,10	—	Sonnenschein.
9,07	7,81	1,75	—	8,41	—	
6,75	5,99	3,34	0,82	—	—	10 Analysen verschiedener Chemiker; im Auftrage des preuß. Landesökonomie-Collegiums ausgeführt.
2,14	1,58	1,63	0,33	—	—	
0,73	0,40	0,75	0,10	—	—	
10,45	17,12	2,17	39,16	17,15	—	
7,21	6,05	1,60	18,15	12,41	—	
1,05	1,00	0,83	1,87	1,85	—	
1,34	0,70	0,74	—	0,13	—	Weber.
0,76	8,61	1,57	3,79	1,48	—	
1,62	13,07	4,50	0,48	0,17	—	Eggar.
5,06	4,34	—	—	—	—	Henneberg und Stohmann.
7,27	1,66	0,77	Spur	—	—	Way und Ogston.
11,11	1,04	0,41	2,08	—	—	
3,56	4,39	1,89 **)	12,18	1,90	—	Durocher u. Malaguti.
10,35	0,69	Spur	6,22	—	—	Richardson.
16,10	1,83	—	—	—	—	
—	6,58	2,86	8,63	—	—	Schlienkamp.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.		Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Brassica oleracea L. (Gemüsekohl)	Var.: botrytis (Blumenkohl)	8,81	21,11	5,98	Spur	21,77	19,24
	— — — (Herz) . .	0,71 †)	34,39	14,79	12,38	2,96	27,55
	Var.: capitata alba (Weißkraut) . . .	11,62	48,32	—	3,74	12,64	16,59
	Var.: caulorapa (Kohlrabi) Knollen	8,09	36,27	2,84	2,36	10,20	13,46
	— — Blätter . .	18,54	9,31	—	3,62	30,31	9,43
Var. oleifera (Rübsen)	Samen	4.80	18,21	—	11,04	12,39	15,17
	Blätter	21,57	14,56	—	3,52	38,38	5,98
	Stengel	9,18	30,93	3,92	3,48	22,00	4,57
	Stengel, Blätter u. Blüthen	12,22	8,48	—	3,89	26,48	6,99
Var.: rapifera (Weißrübe)	Blätter	9,39	29,52	2,10	7,44	25,51	1,59
Brassica Rapa rapifera (Weißrübe)	(Weiße Rübe) Samen	3,98	21,91	1,23	8,74	17,40	40,17
	» » Wurzel	7,41	39,15	—	1,97	11,21	14,36
	» » »	7,00	46,52	—	1,65	13,15	16,15
Turnips: Skirvings Swede	Rübe	6,00	23,76	14,75	3,28	11,82	9,31
	Blätter	16,40	11,56	12.43	2,62	28,49	4,85
	Rübe	6.90	26,88	13,31	3,27	14,33	10,17
	Blätter	13,00	20,79	—	3,18	30,38	6,21
	Rübe	7,30	36,16	4,99	2,44	11,36	12,51
	Blätter	11,30	20,36	—	2,92	23,99	6,54
Turnips: Dales Hybrid	Rübe	8,41	36,93	8,01	2,51	6,46	8,77
	Blätter	10,80	13,53	4,60	1,75	35,10	4,58
	Rübe	9,06	32,39	6,71	1,93	8,87	10,71
	Blätter	16,10	12,35	—	3,57	24,27	11,70
Turnips: Green topped white turnips	Rübe	7,40	48,56	—	2,26	6,73	7,65
	Blätter	15,20	12,68	—	2,85	28,73	3,15
			KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der lufttrockenen Substanz.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
12,74	1,42	0,54	7,16	—	—	Herapath.
11,16	1,92	1,91	2,78	—	—	Richardson.
8,30	0,40	0,68	9,33	—	—	Stammer.
11,43	0,82	0,38	11,90	—	—	Way und Ogston.
10,63	9,57	5,50	6,66	5,99	—	
5,46	—	0,29	—	—	—	Ritter u. Knop.
6,21	5,14	5,42	9,09	8,66	—	
—	1,52	0,65	7,73	—	—	
8,50	3,51	0,88	6,88	29,13	—	
4,00	6,14	—	3,25	—	—	
7,10	1,67	1,95	Spur	—	—	Way und Ogston.
2,14	1,01	Spur	11,95	—	—	Herapath.
9,37	1,06	0,81	—	10,67	—	Stammer.
16,13	2,69	0,47	7,05	—	—	Way und Ogston.
10,36	8,04	3,02	12,41	—	—	
15,53	1,73	0,61	2,19	—	—	
12,20	1,14	0,66	10,31	2,09	—	
11,26	1,63	0,28	9,77	—	—	
6,50	4,11	1,90	17,69	9,77	—	
11,71	2,75	0,14	10,00	—	-	
6,71	1,26	0,61	18,02	—	-	
11,22	1,12	0,63	14,30	—	—	
6,99	7,35	3,09	22,70	1,84	—	
12,86	0,96	0,66	5,44	—	—	
7,83	2,05	0,80	10,67	15,56	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Capsella bursa pastoris L. (Hirtentäschel), Stengel, Blätter, Blüthen und Früchte	–	19,31	2,64	6,97	23,20	13,8
Cochlearea anglica (Löffelkraut)	21,08	0,05	7,74	0,61	9,57	5,02
Crambe maritima L. (Meerkohl) Blätter .	16,74	2,10	20,80	Spur	16,43	6,34
Crambe maritima L. (Meerkohl) junge Sprossen	9,95	6,75	23,58	»	18,62	19,17
Raphanus sativus L. (Rettig) Wurzel	20,09	18,92	18,70	1,41	13,52	9,06
Raphanus sativus L. (Rettig) Wurzel	6,43 †)	21,16	—	3,53	8,78	41,14
Raphanus sativus L. (Rettig) Kraut	2,76 †)	5,05	11,09	7,08	27,90	13,63
Sinapis alba L. (weißer Senf) Körner	4,15	9,80	9,18	11,00	20,81	36,60
Sinapis alba L. (weißer Senf) »	4,45	25,78	0,33	5,90	19,10	44,97
Sinapis nigra L. (schwarzer Senf), Körner . . .	4,31	12,01	4,63	13,64	16,47	35,46
Cucurbitaceae:						
Cucumis sativus L. (Gartengurke) (var.: lange, gelbe), ganze Frucht . .	4,89	17,54	18,68	3,03	6,97	29,57
— — id.	0,63 †)	47,42	—	4,26	6,31	15,93
Cupuliferae:						
Fagus Castanea L. (zahme Kastanie), ganze Frucht .	0,99 †)	39,26	19,18	7,84	7,84	8,18
Fagus sylvatica L. (Buche) Holz .	—	11,80	2,04	8,42	47,21	2.29
Fagus sylvatica L. (Buche) Samen .	—	22,82	9,50	11,64	24,50	20.81
Fagus sylvatica L. (Buche) Laub . .	—	5,10	0,94	7,89	37,71	4,82
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der frischen Substanz.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
7,30	10,41	1,77*)	10,90	—	—	Durocher u. Malaguti.
3,13	2,56	0,34	63,60	—	—	
16,16	0,10	0,84	12,54	—	—	Herapath.
21,85	4,22	Spur	Spur	—	—	
3,72	0,27	0,07	10,83		—	
7,71	8,17	1,14	7,07	1,29	—	Richardson.
9,64	8,22	8,89	8,50	—	—	
5,29	3,29	1,43	0,33	—	—	James.
2,19	1,31	0,39	Spur	—	—	Way und Ogston.
6,79	2,63	1,06	2,15	—	—	James.
2,13	6,61	2,34	0,64	—	—	Wanderleben.
4,60	7,12	1,10	9,06	4,19	—	Richardson.
3,88	2,32	1,02	4,82	—	5,48 Mn_2O_3	Richardson.
1,01	1,09	0,60	0,16	—	—	Böttinger.
2,20	1,88	2,67	0,87	—	3,11 MnO	Souchay.
1,30	28,47	0,42	0,32	—	2,46 Mn_2O_3	Bonhausen.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Fagus sylvatica L (Buche) Scheitholz . . .	99,14 *)	13,17	3 04	10,08	39,78	6,05
Fagus sylvatica L (Buche) Prügelholz . . .	159,95 *)	12,52	1,68	13,40	37,86	9,61
Fagus sylvatica L (Buche) Reisholz (laubfrei)	221,03 *)	11,81	1,73	9,05	40,18	10,29
Quercus pedunculata Ehrh. (Stieleiche) Zweige mit Rinde, $1^1/_2$—2 CM. dick	—	19,83	Spur	7,46	54,00	9,33
— Robur L. id.	—	11,60	1,92	4,97	70,14	7,41
Quercus Robur L. (Eiche) Holz . .	—	5,65	3,37	3,01	50,58	2,32
Quercus Robur L. (Eiche) Samen .	—	64,64	—	5,57	6,86	19,19
»	—	52,42	—	4,32	6,01	11,15
Dipsaceae:						
Dipsacus sylvestris L. (Karden) Stengel, Blätter und Blüthen . . .	—	25,95	5,29	6,10	23,31	7,93
Scabiosa arvensis L. (Scabiose) id.	—	33,31	3,53	11,26	21,49	2,09
— succisa L. id.	—	17,16	7,71	13,81	17,16	7,11
Equisetaceae:						
Equisetum Telmateja Ehrh. (Schachtelhalm)	28,57	1,23	Spur	1,69	8,08	1,28
— arvense L.	18,96	11,32	0,03	2,81	17,01	2,75
Ericineae:						
Calluna vulgaris salerb. (Haidekraut) Blätter, Blüthen u. Stengel	—	2,71	11,48	10,39	12,97	0,60
Calluna vulgaris salerb. (Haidekraut) blühende Pflanze .	2,89 †)	6,42	3,82	8,03	33,48	4,01
Calluna vulgaris salerb. (Haidekraut) id.	3,32 †)	29,58		6,67	15,56	5,30
Calluna vulgaris salerb. (Haidekraut) ganze Pflanze . .	6,35	10,65	0,86	6,70	12,02	10,89
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der lufttrockenen Substanz.

*) Bedeuten Gramme in großherzogl. hessischen Cubikfuß (trocken?).
) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3. *) Chlor.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
0,46	6,26	52	0,12	—	0,92 Mn_2O_3	Vonhausen.
0,55	5,53	0,27	0,08	—	1,07 »	
0,99	8,25	0,59	0,17	—	0,59 »	
1,62	3,05	4,71 **)	Spur	—	—	Durocher u. Malaguti.
1,61	1,38	0,41 **)	0,50	—	—	
0,78	0,52	0,38	0,02	—	—	Denninger.
—	0,96	1,89	0,98	—	—	Kleinschmidt,
4,79	1,01	0,54	1,16	3,76	—	Campbell, Graham und Stenhouse.
1,88	5,93	0,29 **)	21,41	—	—	Durocher u. Malaguti.
3,15	12,68	1,94 **)	9,28	—	—	
3,70	7,87	3,06 **)	5,93	—	—	
2,65	66,15	1,38	1,12	9,92	0,12 MnO	Witting.
9,98	41,40	0,70	0,84	12,09	0,02 »	
2,29	45,81	12,77 **)	0,84	—	—	Durocher u. Malaguti.
1,44	32,72	2,02	3,01	—	3,79 Mn_2O_3	Nutzinger.
1,03	30,94	1,54	4,10***)	—	4,76 »	Thielau.
1,73	48 08	4,95	—	—	4,08 »	Röthe.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	Cl K		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Erica carnea L. (Haide), ganze Pflanze	2,66	21,95	1,46	14,28	32,07	5,43
— ciliaris L., Blätter, Blüthen, Stengel	—	7,61	5,83	8,93	16,23	4,19
— cinerea L., id. . . .	—	11,88	5,38	7,61	21,33	6,29
— Tetralix L., id. . . .	—	14,65	1,40	4,94	16,27	3,86
Euphorbiaceae:						
Buxus sempervirens L. (Buxbaum), Zweige mit Rinde, ½ bis 1½ CM. dick	—	14,18	3,69	7,52	45,75	11,23
Euphorbia amygdaloides L. (Wolfsmilch), Stengel, Blätter, Blüthen . . .	—	25,52	—	6,36	24,30	6,94
— helioscopia L., id. .	—	20,00	0,91	3,00	17,53	13,16
Mercurialis annua L. (Bingelkraut), weibl. Stengel mit Blätter, Blüthen u. Früchten	—	22,71	—	5,09	35,77	9,38
— perennis L., Kraut m. Früchten	13,09	12,61	—	5,59	31,57	2,74
Filices:						
Aspidium Filix mas (Schildfarn), Wedel	9,20	16,65	4,36	6,80	15,40	2,10
— — feminina »	8,10	15,75	7,26	6,40	17,86	2,77
— — mas, Wurzelstock .	3,19	3,59	—	1,27	37,73	14,87
Asplenium Trichomanes L. (Strichfarn), Blätter, Stengel u. Sporangien	—	25,82	1,41	7,96	11,25	10,13
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
5,44	12,38	3,44	3,57	—	Spur	Röthe.
11,10	35,22	4,00*)	6,74	—	—	Durocher u. Malaguti.
8,76	27,79	4,61*)	5,59	—	—	
3,53	48,35	2,73	3,40	—	—	
4,36	7,70	3,82*)	1,15	—	—	
9,40	14,16	3,66*)	7,24	1,24	—	
7,67	15,06	8,76*)	12,24	—	—	
3,84	9,07	4,44*)	8,02	0,42	—	
0,98	0,84	0,27	12,94	2,77	—	Rietler.
4,44	3,60	0,80	—	25,40	$Mn_3O_4 = 0,21$ $Al_2O_3 = 2,40$	Struckmann.
5,47	3,20	0,33	—	22,10	$Mn_3O_4 = 0,12$ $Al_2O_3 = 2,20$	
9,08	8,48	2,67	2,30	5,04	$Al_2O_3 = 0,07$	Spieß.
0,54	35,64	3,83*)	3,01	—	—	Durocher u. Malaguti.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Osmunda Spicant (Ritzenfarn), Blätter, Stengel u. Sporangien	—	23,65	1,42	6,47	4,09	1,76
Pteris aquilina L. (Adlerfarn), id.	—	18,40	—	2,30	12,55	5,15
Fumariaceae:						
Corydalis bulbosa (Lerchensporn), Wurzel . . .	5,93	5,20	8,35	7,48	8,26	9,32
Gramineae und Cyperaceae:						
Alopecurus pratensis L. (Fuchsschwanz), blüh. Pfl.	7,81	37,03	—	1,28	3,90	6,26
Anthoxantum odoratum L. (Ruchgras), id. . .	6,32	32,03	—	2,53	9,21	10,09
Arundo Phragmites L. (Rohrschilf), ganze Pfl. .	4,69	8,63	—	1,21	5,88	1,99
— — id.	2,44	9,80	0,14	4,26	19,90	7,48
Avena flavescens L., blühende Pflanze	5,28	36,06	0,73	3,07	7,98	9,31
— pubescens L., id. . .	5,22	31,21	—	3,17	4,72	10,82
Avena sativa L. (Hafer), Mit Spelzen (ungeschält): Körner	—	12,30	—	7,7	3,7	14,9
id.	2,32	12,94	2,02	7,08	3,00	17,35
id.[1])	3,51	11,45	5,88	8,52	5,00	13,69
id.	—	15,4	—	9,7	1,5	18,7
Körner[2]) nied. Gehalt .	2,50	13,10	0,46	4,93	1,31	14,49
Körner[2]) mittl. » .	3,14	16,74	2,34	6,94	3,89	22,33
Körner[2]) höchster » .	3,80	24,34	5,27	8,82	8,35	29,16
Körner[3])	2,95	17,52	3,31	6,77	3,31	22,33
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

1) Mittel aus 2 Analysen. 2) 12 Analysen. 3) Mittel aus 3 Analysen.
*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3. **) Eisenoxyd und Verlust.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
1,29	53,00	1,17 *)	6,29	—	—	Durocher u. Malaguti.
1,77	43,65	3,94 *)	9,02	1,51	—	
11,29	35,68	4,10	3,77	—	0,15 MnO	Müller.
2,16	38,75	0,47	—	9,50	—	Way und Ogston.
3,39	28,36	1,18	4,90	7,03	—	
2,77	71,51	0,21	0,35	—	—	Schulz-Fleeth.
1,45	35,11	3,52	1,70	12,15	1,50 Mn_2O_3	E. Witting.
4,00	35,20	2,40	1,25	—	—	Way und Ogston.
3,37	36,25	0,72	5,66	4,05	—	
1,0	53,3	1,3	—	1,0	—	Boussingault.
0,49	53,97	0,60	—	—	—	Porter.
1,58	51,02	1,24	1,69	—	—	Herapath.
1,1	52,5	1,1	—	—	—	Knop u. Schnedermann.
0,10	38,48	0,09	0,07	—	—	Way und Ogston.
1,58	44,89	0,69	0,82	—	—	
4,01	51,51	2,05	2,46	—	—	
2,10	42,48	0,77 *)	1,69	—	—	Bibra.
SO_3	O_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Avena sativa L. (Hafer) Spreu . . .	9,22	13,12	4,16	2,58	8,65	0,26
Avena sativa L. (Hafer) Stroh[1] n. Geh. .	4,36	16,06	—	2,53	4,89	2,86
Avena sativa L. (Hafer) Stroh[1] m. Geh. .	4,84	19,49	2,90	3,82	7,01	5,07
Avena sativa L. (Hafer) Stroh[1] h. Geh. .	5,20	21,02	—	5,47	8,61	7,02
Avena sativa L. (Hafer) Stroh . . .	—	12,18	13,01	4,58	7,29	1,94
Bromus erectus Huds. (Trespe) blüh. Pflanze .	5,21	20,38	—	4,99	10,38	7,53
— mollis L. id.	5,82	30,09	0,33	2,60	6,64	9,62
— — id. mit Samen . .	—	13,25	3,38	3,71	8,32	9,98
Cynosurus cristatus L. (Kammgras) blüh. Pfl. .	6,38	24,99	—	2,43	10,16	7,24
Dactylis glomerata L. (Knäuelgras) id.	5,31	29,52	—	2,22	5,82	8,60
Dactylis glomerata L. (Knäuelgras) Pfl. m. reif. Sam.	5,51	33,06	—	3,43	8,14	6,41
Dactylis glomerata L. (Knäuelgras) blühende Pflanze mit Samen	—	16,31	—	4,69	4,62	7,92
Dactylis glomerata L. (Knäuelgras) blühende Pflanze mit Samen	—	33,35	—	2,33	6,50	5,34
Dactylis glomerata L. (Knäuelgras) blühende Pflanze mit Samen	—	26,81	—	1,30	6,24	5,29
Festuca duriuscula L. (Schwingel) blüh. Pfl. .	5,42	31,84	—	2,83	10,31	12,07
— elatior L. id. . . .	11,69	18,24	0,32	3,90	8,19	7,32
Holcus lanatus L. (Honiggras) blühende Pflanze .	6,37	34,83	—	3,41	8,31	8,02
— — id. mit Samen . .	—	17,72	—	1,87	4,34	6,26
Hordeum pratense L. blühende Pflanze . . .	6,58	20,26	3,40	2,42	5,04	6,04
Hordeum vulgare L. (Gerste) mit Spelzen Körner	—	3,91	16,79	10,05	3,36	40,63
Hordeum vulgare L. (Gerste) mit Spelzen id.	—	20,91	—	6,91	1,67	38,48
Hordeum vulgare L. (Gerste) nackte Gerste id.	2,53	24,36	3,54	9,59	3,54	49,40
Hordeum vulgare L. (Gerste) nackte Gerste id.	2,03	25,00	0,97	12,70	2,86	46,87
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

1) 3 Analysen.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3. **) und Verlust.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
2,48	59,92	1,42	1,24	—	—	Way und Ogston.
2,25	45,69	0,46	3,38	—	—	
3,35	49,55	1,42	4,25	—	—	
4,36	53,41	2,70	5,24	—	—	
2,15	54,25	1,41	2,48	—	—	Levi.
5,46	38,48	0,26	10,63	1,38	—	Way und Ogston.
4,91	33,34	0,28	—	3,11	—	
2,22	35,66	3,99 *)	16,69	—	—	Durocher u. Malaguti.
3,20	40,11	0,18	—	4,60	—	Way und Ogston.
3,53	26,65	0,59	3,09	17,86	—	
3,96	32,18	0,23	4,76	4,87	—	
3,22	34,30	3,77 *)	14,82	7,78	—	Durocher u. Malaguti.
0,84	37,74	1,57 *)	10,23	0,63	—	
0,83	41,47	1,91 *)	8,24	6,09	—	
3,45	28,53	0,78	0,62	8,17	—	Way und Ogston.
1,67	22,73	3,87	9,16	11,56	0,83 Mn O	Witting.
4,41	28,31	0,31	6,66	3,91	—	Way und Ogston.
2,40	44,20	2,74 *)	5,33	11,76	—	Durocher u. Malaguti.
4,29	56,23	0,66	1,66	—	—	Way und Ogston.
0,26	21,99	1,93	—	—	—	Bichon.
—	29,10	2,40	—	—	—	Schmidt.
2,75	5,49	1,33**)	—	—	—	Bibra.
3,03	4,77	3,80**)	—	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Hordeum vulgare L. (Gerste), Körner mit Spelzen, niedr. Geh.[1])	2,07	20,77	0,05	4,78	1,20	26,01
„ „ mittl. Geh. .	2,38	27,40	1,77	8,29	2,48	31,29
„ „ höchster Geh.	2,82	37,22	4,20	10,99	4,20	38,78
„ „ niedr. Geh.[3])	1,80	16,33	0,97	8,10	0,74	32,82
„ „ mittl. Geh. .	2,15	18,43	2,75	11,64	2,25	35,91
„ „ höchster Geh.	2,83	21,05	6,00	14,70	3,74	38,74
„ „ niedr. Geh.[4])	2,81	14,98	1,17	6,41	3,22	31,08
„ „ mittl. Geh.	2,88	18,47	2,15	6,99	2,75	32,33
„ „ höchster Geh.	3,01	21,89	4,75	7,27	2,23	34,35
„ Mehl[5]) . . .	2,33	28,77	2,54	13,50	2,80	47,29
„ Kleie	2,53	23,30	1,72	14,05	3,09	52,08
„ Stroh, niedr. Geh.[6])	5,37	10,76	1,47	2,94	6,70	5,57
„ „ mittl. Geh.	5,53	12,04	2,44	2,97	7,28	6,00
„ „ höchster Geh.	5,63	13,34	2,63	3,02	8,02	6,24
„ Grannen . .	14,23	7,70	0,36	1,26	10,36	1,99
„ Stroh m. Spreu, niedr. Geh.[7])	3,09	11,22	0,28	1,70	5,34	2,13
„ „ mittl. Geh.	4,76	14,93	2,07	2,59	8,82	3,45
„ „ höchster Geh.	6,80	20,18	3,29	2,99	12,59	7,20
Lolium perenne L. (Lolch), blühende Pflanze . .	7,54	24,67	—	2,85	9,64	8,73
„ 1jähr. Ray-Gras, id.	6,45	28,99	0,87	2,59	6,82	10,07
„ italien. » Samen	6,91	9,51	0,06	5,26	9,98	17,89
„ » » blüh.	6,97	12,45	3,98	2,23	9,95	6,34
„ » » »	6,40	10,77	0,13	2,64	12,29	6,32
Lolium temulentum L. (Taumelloch) Samen . .	2,50	29,40	3,30	9,4	6,1	18,30
Oryza sativa L. (Stars), Korn .	6,12 †)	20,21	2,49	4,25	7,18	60,23
„ ungeschält, id.	9,13	17,66	4,91	10,34	1,00	41,38
„ ungeschält, id.	7,28	17,38	4,66	11,17	7,00	39,90
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der lufttrockenen Substanz.

1) 13 Analysen. 2) 3 Analysen (Mittel). 3) 6 Analysen. 4) 14 Analysen. 5) Nach Abzug der SiO_2. 6) 4 Analysen. 7) 5 Analysen.

*) und Verlust. **) Phosphorsaure Thonerde und Eisenoxyd.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
0,26	17,27	0,09	0,41	—	—	
1,41	24,04	0,82	1,90	2,60 [2])	—	Way und Ogston.
2,82	32,73	2,13	8,60	—	—	
2,79	22,09	0,32 *)	—	—	—	
3,29	24,61	1,09 *)	—	—	—	Bibra.
4,00	28,74	1,72 *)	—	—	—	
2,40	27,51	0,57	1,32	—	—	
2,75	31,20	0,66	1,76	—	—	Zöller.
2,99	36,73	0,76	2,26	—	—	
3,10	—	2,33 *)	—	—	—	Bibra.
2,83	—	2,53 *)	—	—	—	
2,62	58,62	1,80	3,79	—	—	
2,79	59,65	1,87	4,85	—	—	Zöller.
2,95	62,19	1,98	4,94	—	—	
2,99	70,77	1,46	1,10	—	—	
1,09	48,18	0,20	2,14	—	—	
2,45	59,05	0,78	4,16	—	—	
3,18	68,50	1,72	5,68	—	—	
5,20	27,13	0,21	7,25	13,80	—	Way und Ogston
3,45	41,79	0,28	5,11	—	—	
2,31	50,55	2,36	1,62	—	—	
2,82	59,18	0,78	2,27	—	—	
1,31	60,62	0,30	5,58	—	—	
0,20	30,10	3,0 **)	0,20	—	—	Rambohr.
—	1,37	4,12	—	—	—	Zedeler.
0,37	Spur	1,30 *)	0,60	—	—	
1,35	0,50	2,37 *)	2,17	—	—	Bibra.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5
Oryza sativa L. (Reis) geschält Korn	0,30	22,25	5,87	12,43	5,88	46,35
id.	0,21	22,30	4,00	14,28	1,05	53,97
id.	0,67	25,43	4,08	13,37	0,83	52,56
Panicum miliaceum L. (Hirse) Körner . . .	—	9,58	1,31	7,66	0,86	18,19
id.	3,33 †)	14,15	—	9,22	1,04	28,64
ungeschälte id.	1,42 *)	22,37	3,43	26,08	—	41,23
geschälte id.	1,35	18,89	5,78	18,59	—	53,62
Hirsemehl . .	5,10	19,67	2,34	25,84	—	47,27
Phleum pratense L. (Lieschgras), blühende Pflanze	5,29	24,25	—	5,30	14,94	11,29
Poa annua L. (Rispengras), id.	2,83	31,17	—	2,44	11,69	9,11
— pratensis L., id. . . .	5,94	29,40	—	2,71	5,63	10,02
— trivialis L., id. . . .	8,33	24,25	—	3,22	8,80	9,13
Saccharum officinarum L. (Zuckerrohr)	—	23,73	1,03	3,65	9,13	3,75
	—	10,64	2,26	9,86	13,17	7,97
	—	13,21	4,79	4,41	8,73	8,16
	—	14,11	1,16	6,84	8,96	4,53
	—	8,69	2,62	15,53	5,75	8,12
	—	10,48	3,37	12,94	5,07	6,53
	—	11,03	5,43	11,78	4,45	4,84
	—	20,42	8,24	3,80	2,26	7,12
	—	24,48	4,02	5,36	5,74	6,06
	—	6,85	2,85	5,61	10,59	13,28
	—	15,64	1,16	5,51	11,40	2,85
	—	8,00	2,08	5,27	14,27	7,96
Secale cereale L. (Roggen), Körner	—	32,76	4,45	10,13	2,92	47,29
— — id.	—	11,43	18,89	10,57	7,05	51,81
		K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5

†) der lufttrockenen Substanz.

*) Die Kieselsäure abgezogen. **) und Verlust.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
1,32	3,44	1,56 **)	0,82	—	—	
0,50	3,03	0,78 **)	—	—	—	Bibra.
Spur	2,53	1,20 **)	—	—	—	
0,35	59,63	0,63	1,43	—	—	Poleck.
0,10	45,06	0,60	—	0,21	—	Wildenstein.
0,58	—	4,36 **)	1,76	—	—	
1,45	—	1,60 **)	—	—	—	Bibra.
2,71	—	2,17 **)	—	—	—	
4,86	31,09	0,27	3,24	0,70	—	
10,18	16,03	1,57	3,35	0,47	—	Way und Ogston.
4,26	32,93	0,28	1,31	11,25	—	
4,47	37,50	0,29	—	6,90	—	
6,64	45,78	—	—	5,68	—	
10,92	42,18	—	—	2,14	—	
4,56	45,50	—	—	18,64	—	
10,80	40,85	—	—	11,51	—	
7,48	46,24	—	—	5,03	—	
6,37	49,74	—		4,97	—	
7,67	44,68	—	—	9,14	—	Stenhouse.
7,70	17,04	—	—	30,18	—	
5,94	25,78	—	—	20,43	—	
3,30	51,93	—	—	5,05	—	
5,25	47,79	—	—	18,43	—	
1,91	54,22	—	—	5,68	—	
1,46	0,17	0,82	—	—	—	Will und Fresenius.
0,51	0,69	1,90	—	—	—	Bichon.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5
Secale cereale L. (Roggen): Körner	2,65	16,57	19,91	13,00	11,25	33,51
id.	1,90	9,43	16,13	10,10	13,01	25,07
Körner (niedr. Gehalt[1]) .	1,87	27,78	—	10,80	2,33	46,58
Körner mittl. Geh. . .	1,98	29,09	0,34	11,48	2,99	48,62
Körner höchster Geh. . .	2,07	29,65	—	11,93	4,11	50,03
Körner (niedr. Geh.[2]) .	1,97	29,37	0,30	10,77	1,34	42,38
Körner mittl. Geh. . .	2,11	33,54	2,08	12,16	2,05	45,57
Körner höchster Geh. . .	2,51	37,54	3,52	14,37	2,63	50,35
Mehl	1,97	38,44	1,75	7,99	1,02	48,26
Kleie	8,22	27,00	1,34	15,82	3,47	47,88
Stroh	—	17,19	—	2,41	9,06	3,82
id.	6,27	9,83	4,39	3,18	7,10	6,26
Secale cornutum (Mutterkorn): Korn	0,36	38,97	12,12	4,58	1,43	13,24
	3,33	17,92	11,42	2,00	1,24	58,66
von Bromus secalinus L.	3,89	21,14	10,98	3,92	1,61	40,47
von Secale cereale L.	3,16	19,14	14,19	3,28	2,00	53,88
von Hordeum vulgare L.	5,48	26,81	5,49	4,40	2,18	43,60
Sorghum vulgare (chinesisches Zuckerrohr) Körner	1,86	20,34	3,25	14,84	1,29	50,89
Triticum vulgare L. (Weizen): Körner	—	25,90	0,44	6,27	1,92	60,39
id.	—	6,43	27,79	12,98	3,91	46,14
id.	—	24,17	10,34	13,57	3,01	45,53
id.	—	30,12	—	16,26	3,00	48,30
id.	—	33,84	—	13,54	3,09	49,21
id.	—	21,87	15,75	9,60	1,93	49,32
Körner (niedr. Gehalt[2])	2,29	20,02	2,94	9,10	0,90	46,17
Körner mittl. Geh. . .	2,34	29,98	8,55	10,86	2,21	48,14
Körner höchster Geh. . .	2,46	35,40	14,96	12,92	5,62	50,02
		K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5

[1]) 8 Analysen. [2]) 5 Analysen. *) u. Schwefelsäure. **) u. Verlust.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		Analytiker.
0,51	3,62	0,54	1,62	—	—	Way und Ogston.
2,61	14,61	2,16	4,10	—	—	
2,27	1,00	0,88	—	—	—	
2,50	1,45	0,94	1,89	—	—	Zöller.
3,02	2,95	1,04	—	—	—	
—	1,00	—	—	—	—	
—	1,47	2,89 *)	—	—	—	
—	1,85	—	—	—	—	Bibra.
—	—	2,54	—	—	—	
—	1,99	2,50	—	—	—	
0,83	64,50	1,36	0,57	0,26	—	Will und Fresenius.
2,49	60,74	1,92	3,63	—	—	Zöller.
0,02	9,13	2,00	3,36	—	—	Engelmann.
—	2,54	0,70	0,66	—	3,95 Mn_2O_3	Thielau.
—	15,37	1,31	1,29	—	2,44 »	
—	3,59	0,70	—	—	3,30 »	Ramdohr.
—	12,51	3,22	—	—	1,66 »	
Spur	7,52	1,87**)	Spur	—	—	Bibra.
—	3,37	1,37	—	—	—	Schmidt.
0,27	0,42	0,50	—	—	—	Bichon.
—	1,91	0,52	—	—	—	Thon.
1,01	1,31	—	—	—	—	Boussingault.
—	—	0,31	—	—	—	Will und Fresenius.
0,17	—	1,36	—	—	—	
0,09	0,09	—	0,31	—	—	
0,10	0,11	—	0,84	—	—	Herapath.
0,16	0,19	—	1,67	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.		Aschen-procente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5
Triticum vulgare L. (Weizen)	Körner, niedr. Gehalt[1]	1,69	27,06	0,07	9,53	1,15	39,97
	Körner, mittl. Geh. . .	1,90	31,42	2,82	12,29	3,52	45,01
	Körner, höchster Geh. . .	2,19	36,43	9,06	14,28	8,21	49,91
	Körner	1,88	35,77	9,06	2,05	14,09	34,44
	Körner, niedr. Geh.[2] .	2,34	25,04	1,31	10,68	2,07	49,53
	Körner, mittl. Geh. . .	2,39	27,96	2,05	11,51	2,44	49,93
	Körner, höchster Geh. . .	2,52	29,25	3,45	12,62	2,97	50,97
	Körner, niedr. Geh.[3] . .	1,55	27,74	0,85	7,82	1,07	39,25
	Körner, mittl. Geh. . .	2,02	33,65	2,56	12,70	3,31	44,54
	Körner, höchster Geh. . .	2,30	38,37	5,38	15,82	5,72	51,38
	Körner	1,28 †)	23,18	3,09	11,75	3,33	46,36
	Stroh	3,82 †)	0,68	—	1,69	6,93	5,05
	id.	6,10	10,05	4,44	3,31	6,95	6,35
	Stroh m. Spreu, niedr. Gehalt[5]	—	9,47	0,13	1,25	3,53	3,37
	Stroh m. Spreu, mittl. Geh. .	—	11,30	0,72	2,42	5,92	6,37
	Stroh m. Spreu, höchster Geh. .	—	12,76	1,39	3,62	7,46	8,85
	Stroh	4,79	17,98	2,47	1,94	7,42	2,75
	Spreu	10,73	9,14	1,79	1,27	1,88	4,31
	Stroh	6,87	16,71		1,89	4,74	2,21
	Korn	1,85	33,40	0,56	12,64	3,25	48,47
	Feinmehl[9] . . .	0,47	36,00	0,93	8,23	2,80	52,04
	Kleie	6,43	24,04	0,57	16,80	4,66	51,84
	Kleber[9]	3,21	9,33	50,85	8,55	24,74	50,85
	Fibrin[9]	3,65	6,03	—	7,33	30,97	52,40
	Pflanzenleim[9] . . .	3,90	15,73	—	4,58	27,43	51,16
	Gummi[9]	5,24	38,00	—	7,73	12,04	42,23
	In destill. Wasser gekeimte Körner, Radiculae	6,13	43,23	11,36	4,05	0,75	29,12
	In destill. Wasser gekeimte Körner, Plumulae	4,53	48,18	—	5,93	0,58	41,01
	In destill. Wasser gekeimte Körner, Hülsen .	1,27	22,04	0,57	15,16	3,46	57,23
			K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5

†) der lufttrockenen Substanz.

1) 26 Analysen. 2) 9 Analysen. 3) 30 Analysen. 4) Eisenoxyd, Schwefelsäure 2c. 5) 8 Analysen. 6) nur in 1 Sorte. 7) Chlor. 8) Eisenoxyd, Schwefelsäure 2c. 9) Nach Abzug der geringen Menge Kieselsäure berechnet.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		Analytiker.
0,07	1,34	0,08	0,27	—	—	Way und Ogston.
0,46	3,00	0,80	0,68	—	—	
1,91	5,91	3,34	1,68	—	—	
0,24	4,00	Spur	—	—	—	
1,97	1,73	0,48	1,05	—	—	Zöller.
2,23	1,95	0,56	1,15	—	—	
2,43	2,14	0,64	1,32	—	—	
—	0,10	—	—	—	—	Bibra.
—	0,84	2,28 [4]	—	—	—	
—	1,37	—	—	—	—	
—	1,18	1,11	10,00	—	—	Weber.
0,74	67,90	0,99	15,13	0,89	—	
2,24	60,62	1,75	3,77	—	—	Zöller.
2,14	66,13	0,07	0,27	7,14 [6]	—	Way und Ogston.
3,28	69,22	0,56	1,67		—	
5,59	71,49	1,54	6,65		—	
3,09	63,89	0,45	—	—	—	
—	81,22	0,37	—	—	—	
1,64	69,83	0,78	1,87 [7]	—	—	Henneberg und Stohmann.
—	0,63	1,05 [8]	—	—	—	Bibra.
—	—	—	—	—	—	
—	1,07	1,02	—	—	—	
—	—	6,53	—	—	—	
—	—	3,27	—	—	—	
—	—	1,10	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	
0,29	8,75	0,43	1,64	—	—	Schulze.
Spur	2,35	0,38	—	0,31	—	
Spur	0,45	0,61	—	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.		Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Zea Mais L. (Mais)	Körner	1,51	28,37	1,74	13,60	0,57	53,69
	id.	1,30	24,33	1,50	16,00	3,16	49,36
	id.	1,28	26,75	3,85	15,24	2,56	47,47
	Mehl[1]	—	28,80	3,50	14,90	6,32	44,97
	Stroh	6,5	14,46	39,92	1,84	5,35	11,76
	id.	2,3	4,00	10,57	9,58	9,68	18,76
	Stengel u. Blatt	5,49	35,26	—	5,52	10,53	8,09
	Mark des Kolbens	0,56	42,26	—	4,06	3,43	4,37
Wiesenheu	Gras v. Wässerwiesen I. Schnitt	10,37	50,00	0,09	2,47	9,50	9,31
	Gras v. Wässerwiesen II. »	8,82	22,13	—	2,49	9,13	5,56
	Heu	7,73	3,79	—	3,42	12,89	4,37
	id.	—	20,80	10,85	4,01	8,24	15,43
	id.	8,66	30,09	—	4,08	9,12	12,03
	id.	11,40	9,71	15,60	Spur	7,30	15,79
	Heu v. ital. Ray-Gras blühend	6,97	12,41	3,98	2,23	9,95	6,34
	Heu v. ital. Ray-Gras in Sam. steh.	6,40	10,77	0,13	2,64	12,39	6,32
	Heu	11,30	28,18		5,17	11,01	6,13
Gramineae-Cyperaceae:							
Carex acuta L. (Segge)		3,68	37,94	0,35	7,36	7,90	7,66
— Pseudo-Cyperus L., Stengel, Blätter u Blüthen		—	23,00	4,56	3,94	3,60	3,60
— remota L., id.		4,29	23,52	0,72	9,22	7,86	4,95
— riparia Curt., id.		—	29,68	2,25	6,12	5,00	10,98
— stricta Goodenough, id.		—	38,78	3,41	4,36	3,61	10,56
— vesicaria L., id.		—	41,20	2,76	3,53	4,90	8,89
Eriophorum vaginatum L. (Wollgras)		2,84	28,52	1,15	4,38	10,48	6,10
			KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

[1]) Ohne Kieselsäure berechnet. [2]) und Schwefelsäure. [3]) Chlor
*) und Verlust. **) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		Analytiker.
Spur	1,55	0,47	Spur	—	—	Way und Ogston.
1,00	2,77	1,88 *)	Spur	—	—	
1,20	1,93	2,00 *)		—	—	Bibra.
—	—	1,51 [2])	—	—	—	
0,59	18,89	0,90	6,29	—	—	Hruschauer.
0,68	29,36	0,61	0,46	—	—	
5,16	37,98	2,28	2,29	—	—	Way und Ogston.
1,92	26,35	0,22	2,28	7,64	—	
3,55	9,24	1,31	2,91	—	—	
4,23	34,15	0,62	3,14	17,40	—	Dieselben.
0,65	63,08	0,15	5,40	6,05	—	
2,11	30,01	1,83	5,09	—	—	Porter.
3,79	24,17	1,55	5,70	9,48	—	Fleitmann.
3,02	26,00	2,23	20,46	—	—	
2,82	59,78	0,78	2,27	—	—	Way und Ogston.
1,31	60,62	0,30	5,18	—	—	
3,86	28,87	2,69	4,11 [3])	—	—	Henneberg und Stohmann.
1,36	16,98	1,39	7,28	4,90	2,02 Mn O	Witting.
2,32	39,56	2,14 **)	14,12	—	—	Durocher u. Malaguti.
1,93	30,33	2,23	10,23	2,81	1,45 Mn O	Witting.
3,61	27,59	5,25 **)	8,38	—	—	
5,02	13,69	3,87 **)	14,43	—	—	Durocher u. Malaguti.
5,74	26,13	4,90 **)	1,76	—	—	
2,18	32,26	3,86	2,40	0,34	3,74 Mn O	Witting.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	P O_5
Scirpus lacustris L. (Binse), ganze Pflanze	8,07	9,69	4,99	2,38	6,98	4,84
Granateae:						
Punica Granatum L. (Granatbaum), Wurzelrinde .	15,02	4,22	Spur	1,85	46,87	2,12
Grossularicae:						
Ribes grossularia L. (Stachelbeere), Frucht . . .	0,39 †)	38,65	9,27	5,85	12,20	19,68
Halorageae:						
Trapa natans L. (Wassernuß) Hoch- u. Niederblätter u. Wurzel (Juni)	15,92	6,06	2,28	5,15	17,65	—
Trapa natans L. (Wassernuß) id. (Mai)	29,64	6,89	0,81	7,56	14,91	—
Trapa natans L. (Wassernuß) Fruchtschalen . . .	7,75	1,24	0,26	0,91	9,78	—
Hippocastaneae:						
Aesculus Hippocastanum L. (Roßkastanie) Holz Frühjahr	10,91	57,57	—	4,08	5,92	19,02
Aesculus Hippocastanum L. (Roßkastanie) Holz Herbst .	3,31	17,54	—	5,17	50,99	21,73
Aesculus Hippocastanum L. (Roßkastanie) Rinde Frühjahr	8,68	54,96	—	4,36	9,24	19,54
Aesculus Hippocastanum L. (Roßkastanie) Rinde Herbst .	6,57	22,61	—	3,99	61,34	6,95
Aesculus Hippocastanum L. (Roßkastanie) Blätt. Frühjahr	7,69	46,38	—	5,15	13,17	24,40
Aesculus Hippocastanum L. (Roßkastanie) Blätt. Herbst .	7,52	14,17	—	7,78	40,48	8,22
Hydrocharideae:						
Elodea canadensis, Pfl. .	18,60	16,97	5,48	4,17	31,49	8,41
Stratiotes aloides L. (Wasserscheer), id.	17,19	30,82	1,21	14,35	10,73	2,87
Juglandeae:						
Juglans regia L. (Nußbaum) Holz Frühjahr	10,03	40,78	—	8,92	22,24	14,89
Juglans regia L. (Nußbaum) Holz Herbst .	2,99	14 88	—	8,09	55,92	12,21
		K O	Na O	Mg O	Ca O	P O_5

†) der frischen Substanz.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
5,55	46,56	0,24	10,08	—	—	Schulz-Fleeth.
0,98	3,29	0,75	—	1,05	—	Spieß.
5,89	2,58	4,56	1,23	—	—	Richardson.
2,53	27,34	23,40	0,82	—	14,70 Mn_2O_3	Klinkstieck.
2,73	28,66	29,62	1,14	—	7,57 »	Stern.
3,92	4,84	68,60	0,66	—	9,64 »	Herzogenrath.
0,82	1,80	0,31	—	10,47	—	Staffel.
—	0,71	0,63	—	2,98	—	
—	0,67	1,66	—	9,56	—	
1,05	1,06	0,31	—	2,50	—	
2,45	1,76	1,63	—	4,65	—	
1,69	13,91	4,69	—	8,55	—	
4,57	8,69	9,60	4,87	—	—	Bisdom.
3,48	1,81	0,38	2,72	—	—	Schulz-Fleeth.
4,94	2,41	2,71	—	3,10	—	Staffel.
3,15	2,86	2,23	—	0,65	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	P O_5
Juglans regia L. (Nußbaum) Rinde Frühjahr . .	8,75	44,52	—	7,25	18,37	19,94
Juglans regia L. (Nußbaum) Rinde Herbst . . .	6,40	11,06	—	10,55	70,08	5,85
Juglans regia L. (Nußbaum) Blätter Frühjahr . .	7,72	42,04	—	4,55	26,86	21,12
Juglans regia L. (Nußbaum) Blätter Herbst . . .	7,01	25,48	—	9,83	53,65	4,04
Juglans regia L. (Nußbaum) Nuß Kern	—	31,11	2,25	13,03	8,59	43,60
Juglans regia L. (Nußbaum) Nuß Schale	—	23,10	2,74	4,13	30,57	5,33
Juglans regia L. (Nußbaum) Nuß	0,67 †)	27,12	—	7,72	21,59	35,61
Juglans regia L. (Nußbaum) Nußkuchen	5,80	30,22	—	11,24	6,25	40,44
Juncaceae:						
Juncus communis E. Meyr. (Simse)	3,74	32,91	0,63	6,71	5,77	5,45
— conglomeratus L., Stengel, Blätter, Blüthen	—	28,29	—	8,27	10,39	11,23
— glaucus Ehr., Stengel, Blätter, Blüthen .	—	16,81	—	7,54	9,23	10,31
Luzula maxima D. C. (Hainsimse), id.	—	26,68	—	7,82	5,95	6,23
Labiatae:						
Ajuga reptans L. (Günzel) ganze Pflanze Juni Anfang	10,38	37,31	—	10,70	23,73	5,46
Ajuga reptans L. (Günzel) ganze Pflanze Juni Ende	9,46	36,39	4,81	5,43	15,70	5,51
Clinopodium vulgare L. (Wirbelborste), Stengel, Blätter, Blüthen . . .	—	15,19	2,08	9,84	32,88	8,23
Galeopsis ochroleuca Lam. (Hohlzahn), id.	—	18,41	14,41	8,29	17,59	10,59
Stachys arvensis L. (Ziest), id.	—	24,87	—	5,13	18,64	4,59
		K O	Na O	Mg O	Ca O	P O_5

†) der lufttrockenen Substanz.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		Analytiker.
4,45	2,67	0,85	—	1,94	—	
0,15	0,71	0,40	—	0,90	—	Staffel.
2,58	1,21	0,42	—	1,04	—	
2,65	2,02	0,52	—	1,73	—	
Spur	—	1,42	Spur	—	—	Richardson.
14,96	14,43	4,74		—	—	
2,27	1,13	0,73	—	0,80	—	Glasson.
1,14	1,49	0,28	—	0,42	—	Fresenius.
2,20	9,14	4,41	16,82	3,47	2,51 MnO	Witting.
5,38	11,62	9,03*)	9,02	5,05	—	
1,58	8,43	3,82*)	14,82	24,15	—	Malaguti u. Durocher.
2,15	5,46	0,76*)	7,75	33,83	—	
3,63	8,61	2,79	2,66	5,04	—	Röthe.
3,68	21,71	1,70	2,78	—	—	
3,77	20,60	3,47*)	4,29	—	—	
6,34	16,49	3,00*)	4,26	—	—	Malaguti u. Durocher.
4,11	24,46	3,46*)	3,29	9,88	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Leguminosae:						
Acacia arabica Willd. etc. — Arabisches Gummi feinste Sorte	3,10	21,53	Spur	8,98	32,22	Spur
		21,93		8,10	32,45	
Acacia arabica Willd. etc. — Ostindisches Gummi farblos	3,30	26,03	»	7,60	29,47	»
		25,80		7,66	29,42	
Acacia arabica Willd. etc. — Gute Sorte Gedda-Gummi	3,17	28,49	»	9,09	25,75	»
		28,27		8,71	25,78	
Acacia arabica Willd. etc. — Mogador-Gummi geringe Sorte	2,60	17,70 (KO + NaO)		9,33	34,59	»
		16,54	0,77	9,58	34,16	
Astragalus gummifer. etc., Traganth gummi . . .	3,57	17,90	—	8,64	28,93	2,65
Caesalpinia echinata Lam., Fernambukholz	0,85	0,83	3,29	2,97	77,32	3,49
Ervum lens L. (Linsen), Körner	2,06	27,84	6,65	1,98	5,07	29,07
Genista tinctoria L. (Färbeginster), Stengel, Blätter u. Blüthen	—	42,84	1,45	10,41	16,64	9,07
Lupinus albus L. (Lupine), Körner	—	33,54	16,02	6,18	7,75	25,53
Medicago sativa L. (Luzerne), beblätterte Stengel	10,11	9,99	—	3,60	45,95	5,96
Medicago sativa L. (Luzerne), id. mit Blüthen u. Samen	—	8,62	—	3,12	41,51	4,63
Ononis repens L. (Hauhechel), mit Blüthen u. Samen	—	10,03	2,01	7,20	27,96	6,38
Ononis spinosa L., Wurzel	—	15,76	3,78	13,37	20,87	7,93
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
0,88	—	Spur	Spur	—	—	Löwenthal und Hausmann.
—	—			—	—	
0,65	—	»	»	—	—	
0,72	—			—	—	
0,71	—	»	»	—	—	
—	—			—	—	
1,20	—	»	»	—	—	
—	—			—	—	
—	—	1,02	0,76	—	—	
2,42	0,39	1,36	—	6,63	—	Köchlin.
—	1,07	1,61	6,13	—	—	Levi.
4,89	5,86	1,80 *)	4,12	—	—	Durocher u. Malaguti.
6,80	0,87	—	3,34	—	—	Graham, Stenhouse u. Campbell.
2,85	0,59	0,75	1,90	1,50	—	Way u. Ogston.
4,63	19,85	3,01 *)	6,26	6,72	—	Durocher u. Malaguti.
3,36	27,37	2,03 *)	11,19	—	—	
8,88	4,85	2,49	2,09	—	—	Buckmann.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

	Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Onobrochys sativa L. (Esparsette),	ganze Pflanzen ohne Wurzel	—	6,75	20,33	8,57	31,01	26,10
	Samen	5,27	24,71	1,46	5,77	27,39	20,74
	Heu { in Blüthen . .	6,37	31,90	—	5,03	24,30	9,35
	Heu { in Samen . . .	6,50	29,61	1,25	4,59	29,67	7,97
	Stengel, Blätter, Blüthen u. Samen	—	15,15	0,36	8,71	43,11	9,49
Phaseolus vulgaris L. (Bohne),	Samen	—	21,71	21,07	7,35	5,38	35,33
	id.	—	51,23	—	12,03	6,07	28,53
	id.	3,29	38,89	11,41	9,03	5,90	31,34
	grüne Schoten . .	0,68 †)	36,83	18,40	6,33	7,75	17,16
	Samen	2,65	51,72	0,54	6,90	5,20	28,72
	Stroh	5,56	32,85	2,77	2,53	19,85	0,49
Phaseolus vulgaris L. (Bohne),	Körner { [1]) niedrigster Geh.	2,90	36,72	0,14	5,62	4,79	26,88
	Körner { mittlerer »	3,09	42,14	1,33	6,53	8,65	30,89
	Körner { höchster »	3,43	43,52	2,40	7,69	12,06	36,88
	Stroh { [2]) niedrigster Geh.	5,05	18,75	0,21	3,13	18,26	18,15
	Stroh { mittlerer »	6,19	21,25	6,08	4,38	21,29	22,73
	Stroh { höchster »	7,24	25,61	13,94	6,87	25,57	25,73
Pisum sativum L. (Erbse),	Körner	—	39,51	3,98	6,43	5,91	34,50
	»	—	34,19	12,52	8,60	2,46	34,57
	»	—	35,20	10,32	6,91	2,70	34,01
	»	—	36,31	1,30	12,24	10,39	31,00
	»	3,34	40,70	—	7,03	2,21	45,12
	»	1,64 ††)	32,15	1,62	7,62	4,67	37,67
	Körner { [5]) niedrigster Gehalt	1,61	31,21	0,64	6,54	2,21	31,39
	Körner { mittlerer »	2,88	41,59	2,16	8,08	5,04	38,21
	Körner { höchster »	4,27	45,57	3,57	9,70	12,97	46,30
	Körner { [7]) niedrigster Gehalt	2,40	35,43	0,21	5,78	4,55	24,20
	Körner { mittlerer »	2,61	40,84	3,18	6,63	6,18	32,73
	Körner { höchster »	2,93	44,02	6,97	7,33	7,81	38,05
			KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) Der frischen Substanz. ††) Der lufttrockenen Substanz.

[1]) 6 Analysen. [2]) 4 Analysen. [3]) 2 Analysen. [4]) 1 Analyse. [5]) 15 Analyse

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
1,68	1,10	2,28	2,18	—	—	Buch.
2,81	0,71	1,38	1,73	—	—	
3,28	3,22	0,61	0,78	6,24	—	Way u. Ogston.
2,33	3,49	0,58	3,12	—	—	
2,56	15,30	1,90 *)	3,20	—	—	Durocher u. Malaguti.
2,28	1,48	0,34	3,32	—	—	Thon.
1,36	1,05	—	—	0,21	—	Boussingault.
2,47	0,44	0,11	0,54	—	—	Levi.
3,96	4,09	2,68	2,80	—	—	Richardson.
3,05	0,42	Spur	—	—	—	Way u. Ogston.
1,40	2,61	0,61	11,54	—	—	
3,05	0,04	0,12	1,83	—	—	
4,51	0,88	0,36	2,76	1,07[3]	—	
6,18	2,18	0,65	3,26	—	—	
1,41	1,50	0,42	1,00	—	—	Way u. Ogston.
3,21	3,87	0,90	6,80	3,59[4]	—	
5,44	7,31	1,98	11,02	—	—	
4,91	—	1,05	3,71	—	—	Will u. Fresenius.
3,56	0,25	0,96	0,51	—	—	Bichon.
4,28	0,29	1,94	2,56	—	—	Thon.
4,84	1,54	—	1,87	—	—	Boussingault.
4,17	—	0,77	—	—	—	Erdmann.
0,18	0,48	0,76	1,89	11,02	—	Weber.
0,04	0,20	0,32	0,13[6]		—	
2,54	0,70	0,76	2,06[6]		—	Preußisches Oeconomie-Collegium.
9,46	2,63	1,97	6,50[6]		—	
4,04	0,62	0,18	1,24			
5,58	1,26	0,54	4,14	4,26[8]	—	Way u. Ogston.
7,26	1,76	1,21	8,23			
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

) Chlor. [7]) 8 Analysen. [8]) 2 Analysen. *) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Pisum sativum L. Stroh	8,28	18,35	—	3,90	19,20	7,56
id.	5,25 †)	15,68	—	6,50	27,14	13,52
Stroh: niedr. Gehalt [1]	3,38	0,35	0,22	4,27	17,30	3,34
mittl. Gehalt	4,54	23,20	5,78	7,63	35,01	9,00
höchster Gehalt	7,57	36,52	24,16	13,87	47,10	18,15
niedr. Gehalt [3]	6,53	3,87	0,24	4,25	36,47	1,31
mittl. Gehalt	7,91	14,20	2,00	6,83	39,23	3,42
höchster Gehalt	9,40	21,30	4,22	8,36	46,92	5,38
grüne Schoten	0,69 †)	22,31	17,99	9,54	31,08	11,10
Robinia Pseudacacia L., ½ b. 2 CM. dick. Zweige mit Rinde	—	10,53	5,25	6,79	58,30	11,51
Spartium Scoparius L., (Pfrimen) Stengel, Blätter Blüthen	—	23,06	1,82	11,29	20,15	3,46
Trifolium incarnatum L. (Klee) Stengel, Blätter, Blüthen und Samen	—	28,74	1,76	4,62	26,68	4,20
— — id.	—	19,11	12,02	4,82	36,18	4,64
Trifolium medicum L., blühende Pflanze	7,97	34,72	—	4,52	24,56	5,41
Trifolium pratense L. (Rother Futterklee.) id.	11,17	16,10	40,71	8,28	21,91	4,12
Stengel, Blätter, Büthen u. Samen	—	23,66	—	8,32	29,72	5,94
id.	—	—	—	3,05	43,32	1,80
blühende Pflanze	9,56	36,45	—	4,08	22,62	6,71
Heu v. rothem Klee	7,87	18,44	2,79	11,91	35,02	5,82
	8,11	11,30	—	10,53	35,76	6,88
Heu v. weißem Klee	8,81	15,17	3,03	7,46	26,32	10,93
	8,65	13,50	4,41	8,83	26,51	12,12
var. perenne. blühende Pflanze	8,35	22,12	2,82	10,22	26,61	8,46
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der lufttrockenen Substanz.

1) 13 Analysen. 2) Chlor. 3) 6 Analysen. *) Fe_2O_3, Mn_2O_3, Al_2O_2

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
6,60	7,60	0,74	3,21	24,15	—	Erdmann.
0,57	5,98	1,30	1,83	1,96	—	Weber.
0,76	0,56	0,32	2,22 [2]		—	Preußisches Landesöconomie-Collegium.
6,01	5,70	1,50	7,32		—	
16,02	21,35	4,56	16,16		—	
1,85	1,94	0,73	1,76	—	—	Way und Ogston.
4,46	4,32	1,49	5,14	—	—	
8,69	6,67	2,63	9,66	—	—	
6,96	0,29	0,61	Spur	—	—	Richardson.
3,56	2,71	0,47 *)	0,82	—	—	Durocher und Malaguti.
3,06	17,25	4,55 *)	4,78	—	—	
3,05	22,42	2,61 *)	5,72	—	—	
1,74	12,62	3,74 *)	2,75	—	—	
1,08	0,63	0,23	2,46	0,85	—	Way und Ogston.
1,06	2,60	0,46 *)	4,73	—	—	Horsford.
3,86	17,09	2,82 *)	1,92	5,88	—	Durocher u. Malaguti.
3,05	12,22	1,38 *)	9,88	28,77	—	
1,85	0,59	0,26	1,53	2,39	—	Way und Ogston.
3,91	4,03	0,98	4,13	—	—	Way und Ogston.
4,46	2,66	0,95	0,58	5,92	—	
7,05	4,63	1,17	5,56	—	—	
7,38	2,74	2,76	4,32	—	—	
2,15	1,41	0,33	3,40	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Ulex europaeus L. (Hecksame) Stengel, Blätter und Blüthen	—	28,17	2,2	11,55	9,07	8,63
Ulex nanus Smith. id. .	—	33,34	—	12,48	16,13	10,04
Vicia Faba L. (Saubohne) Körner .	—	20,82	17,40	8,87	7,26	37,94
Vicia Faba L. (Saubohne) id. . . .	—	46,20	—	8,98	5,33	35,67
Vicia Faba L. (Saubohne) id. . .	—	32,71	12,75	6,13	4,72	39,11
Vicia Faba L. (Saubohne) id. . .	4,30	25,46	20,67	9,86	3,06	36,11
Vicia sativa L. (Wicke) Körner .	2,40	30,57	9,56	8,49	4,79	38,05
Vicia sativa L. (Wicke) id. . .	2,16 †)	24,75	13,12	4,79	7,98	29,63
Vicia sativa L. (Wicke) bl. Pflanze (Futter) .	6,50	32,82	—	5,31	20,78	10,59
Liliaceae:						
Allium Porrum L. (Lauch) Blätter, Stengel und Traube	—	27,48	—	3,73	11,41	5,91
— — id.	—	34,92	—	3,23	22,61	6,01
Allium sativum L. Zwiebel	0,46 ¹)	32,35	8,04	2,70	12,66	21,32
Allium sativum L. Stengel	0,84 ¹)	13,98	14,43	Spur	25,10	4,73
Colchicum autumnale L. (Zeitlose) Blüthen Blumen	4,05	37,40	7,19	3,06	4,36	10,65
Colchicum autumnale L. (Zeitlose) Blüthen Antheren	4,15	40,00	5,69	6,55	2,59	14,45
Hyacinthus non scriptus L. (Feldhyacinthe), Stengel, Blätter, Blüthen	—	15,36	—	6,18	10,35	10,48
Lilium candidum L. (Lilie) id.	—	41,26	0,60	6,37	16,35	10,30
Tulipa Generiana L. (Tulpe) id.	—	34,90	—	10,76	20,85	8,06
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der lufttrockenen Substanz.

¹) der frischen Substanz. *) (Fe_2O_3, Mn_2O_3, Al_2O_3).

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
2,62	26,11	6,68*)	4,43	—	—	Durocher u. Malaguti.
7,80	10,17	7,24*)	2,90	—	—	
1,34	2,46	1,03	2,45	—	—	Bichon.
1,66	0,51	—	—	1,49	—	Boussingault.
—	0,47	0,66	—	—	—	Büchner.
2,65	0,03	0,06	2,10	—	—	Herapath.
4,10	2,01	0,75	2,00	—	—	Fleitmann.
9,67	1,07	0,85	7,47	—	—	Cohen.
2,52	1,28	0,65	4 03	3,27	—	Way und Ogston.
5,35	11,48	3,94*)	3,62	24,15	—	Durocher u. Malaguti.
5,48	10,51	3,23*)	4,29	8,41	—	
8,34	3,04	7,06	4,49	—	—	Richardson.
16,50	19,77	5,33	Spur	—	—	
3,68	7,70	0,55	2,42	—	—	Reithner.
6,26	0,83	0,21	0,82	—	—	
6,75	12,37	1,90*)	30,96	2,52	—	Durocher u. Malaguti.
2,73	13,28	2,79*)	5,55	—	—	
3,36	8,51	1,13*)	1,92	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Lineae:						
Linum usitatissimum L. (Flachspflanze). Samen	4,63	25,85	0,71	0,22	25,98	40,11
id.	4,22	28,34	1,63	13,41	8,45	44,02
(a) id. *)	3,05	32,55	2,51	16,23	9,45	35,99
(b) id. *)	3,68	35,79	0,88	9,99	7,35	41,09
Oelkuchen	7,16	20,18	0,72	13,84	7,51	30,54
(a) Samenhülle	7,37	25,80	—	2,50	26,60	2,61
(a) Blätter	8,83	16,04	—	2,80	29,87	3,41
ganzer Stengel (a) feine Sorte	3,70	21,53	3,68	4,20	21,20	7,53
ganzer Stengel (a) grobe Sorte	5,01	34,96	—	3,68	15,87	8,48
(a) geröstete Stengel (feine Sorte) . .	1,11	1,70	3,33	2,60	47,00	3,79
(a) Faser derselben . .	1,12	1,92	3,80	4,43	48,75	10,76
(a) Holz » . .	0,95	9,00	3,88	2,77	40,46	5,12
(a) Faser von grober Sorte	0,76	4,47	0,62	0,27	54,58	4,95
(b) grobe Faser . . .	0,60	1,71	2,61	8,47	51,56	11,86
Linum usitatissimum L. ganze Pflanze . . .	5,00	0,57	9,82	7,79	12,33	10,84
	—	23,73	1,03	3,65	9,13	3,75
	—	10,64	2,26	9,86	13,17	7,97
	—	13,21	4,79	4,41	8,73	8,16
Stroh	3,60	35,44	0,77	5,57	21,00	12,13
zubereitete Flachsstengel [1]) niedr. Geh.	3,67	7,70	0,43	3,02	12,33	7,00
mittl. »	4,80	17,70	10,10	4,17	17,55	10,24
höchst. »	5,57	25,79	19,19	7,79	22,70	11,80
Flachsstengel von Liefland	4,13	43,42	—	7,79	21,35	10,94
Rußland	3,63	37,44	3,74	7,71	25,39	8,31
Litthauen	2,30	36,61	3,06	7,45	24,09	14,30
Esthland	4,09	25,70	8,37	11,74	26,41	15,47
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

*) a, a ꝛc., b, b ꝛc. zusammengehörig. [1]) Sieben Analysen.
[2]) (Fe_2O_3 u. Mn_2O_3). [3]) und Sand.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		Analytiker.
0,99	0,92	3,67	1,55	—	—	Leuchtweiß.
0,10	0,40	2,00 [2])	Spur	—	—	Rammelsberg.
1,43	1,46	0,38	Spur	—	—	
1,69	1,45	0,61	0,72	—	—	Way u. Ogston.
2,93	18,86 [3])	2,02	1,05	—	—	Ward.
4,26	15,43	2,02	7,26	3,37	—	
3,66	25,93	3,24	—	5,28	—	
3,39	7,92	5,58	9,21	—	—	
4,99	5,60	4,84	0,53	7,65	—	
1,90	15,96	5,68	Spur	—	—	Way u. Ogston.
2,66	5,08	3,54	1,30	—	—	
4,68	2,96	2,45	Spur	—	—	
3,81	6,18	3,08	—	—	—	
Spur	3,92	5,29	0,43	—	—	
2,65	21,35	—	—	5,07	—	Kane.
6,64	45,78	—	—	5,68	—	
10,92	42,81	—	—	2,14	—	Trinidad.
4,56	45,50	—	—	18,64	—	
6,19	2,49	1,16	5,55	—	0,28 Mn_2O_3	Rammelsberg.
2,65	2,68	0,44	0,90	—	—	
7,52	9,15	1,82	6,80	—	—	Kane.
12,09	24,98	6.08	12,75	—	—	
5,66	8,38	1,15	—	1,31	—	
5,89	8,45	1,13	1,94	—	—	
3,65	6,05	1,04	3,75	—	—	Mayer u. Brazier.
4,64	4,98	1,02	1,67	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5
Loranthaceae:						
Viscum album L. (Mistel) auf Apfelbaum gewachsen: ganze Pflanze	—	40,71	—	11,06	22,37	19,74
Blätter . . .	10,30	19,74	3,58	9,33	22,60	17,11
Stengel . .	4,39	20,16	3,43	9,75	22,17	17,15
Lycopodiaceae:						
Lycopodium chamaecyparissus L.	—	22,88	2,88	4,35	3,88	4,93
Lycopodium clavatum L.	—	29,74	2,50	5,49	3,85	6,83
Lycopodium chamaecyparissus mit Sporen	6,1	12,42	0,76	3,97	5,41	3,63
ohne „	4,5	11,79	0,13	3,20	4,81	2,71
Lycopodium clavatum L.	4,7	24,19	—	6,51	7,96	5,36
Nymphaceae:						
Nymphaea lutea L. (Seerose) Stengel und junge Blätter	7,96	22,92	—	5,09	25,24	7,18
Stengel und alte Blätter	10,15	17,91	—	3,61	30,00	4,65
Nymphaea alba L., id.	12,99	14,41	4,48	2,67	18,89	2,58
Oleaceae:						
Olea europaea L. (Olivenbaum) Holz	0,58	20,62	—	2,31	63,02	5,32
Blätter	6,45	24,81	—	5,18	56,18	3,71
Frucht	2,61†)	54,03	—	4,38	15,72	8,36
Orchideae:						
Orchis laxiflora L. (Stengel, Blätter und Blüthen)	—	25,54	—	7,23	20,12	10,15
Orchis maculata L., id.	—	26,67	—	7,31	21,93	7,98
„ Morio L., id. . .	—	7,13	20,51	10,25	22,91	10,53
		K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5

†) der frischen Substanz.

[1]) Mn_2O_3. [2]) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
1,62	1,87	1,46	1,17	—	—	Will u. Fresenius.
2,05	1,25	0,84	1,42	—	—	Erdmann.
2,04	1,05	0,87	1,34	—	—	
3,09	11,82	8,04 [1]	—	—	39,07 Al_2O_3	Aberholdt.
3,30	12,13	5,58	—	—	20,69 / 3,08 Mn_2O_3	
4,38	13,66	0,76	1,01	—	$Mn_2O_3=2,20$ / $Al_2O_3=51,85$	
3,23	12,96	0,75	0,96	—	$Mn_2O_3=2,00$ / $Al_2O_3=57,36$	
4,90	13,94	2,30	2,39	2,37	$Mn_2O_3=2,53$ / $Al_2O_3=26,65$	
1,86	0,81	0,24	2,78	7,88	—	Schulz-Fleeth.
1,39	1,16	0,16	7,33	4,88	—	
1,31	0,49	0,25	29,66	—	—	
3,09	3,82	0,74	—	1,00	—	Müller
3,01	3,75	0,54	—	2,76	—	
1,19	5,58	1,19	—	9,56	—	
3,43	13,75	4,43 [2]	12,16	1,26	—	Durocher u. Malaguti.
1,64	20,88	6,11 [2]	5,39	2,37	—	
4,66	12,41	2,59 [2]	7,92	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-Procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Papaveraceae:						
Chelidonium majus L. (Schöllkraut)	6,85	33,11	—	5,06	23,37	15,70
Glaucium luteum Scop. (Hornmohn) Stengel	4,58	13,82	—	3,35	29,00	2,40
Glaucium luteum Scop. (Hornmohn) Samen	9,32	5,86	1,59	5,95	38,22	11,29
Papaver somniferum L. (Mohn) Samen	—	9,10	—	9,49	35,36	30,98
Papaver somniferum L. (Mohn) Kraut	—	36,37	—	6,47	30,24	1,28
Papaver somniferum L. (Mohn) Oelkuchen von Mohnsamen	—	0,82	4,47	4,33	28,08	37,81
Plantagineae:						
Plantago lanceolata L. (Wegetritt), Pflanze, blühend	8,68	33,26	—	3,51	19,01	7,08
Plantago maritima L. grüne Theile	19,12	3,08	22,04	4,71	6,59	2,06
Plantago maritima L. Samen	5,04	—	4,18	7,42	7,19	18,32
Plumbageneae:						
Armeria maritima Willd. (Grasnelke)	—	8,86	4,47	10,98	13,50	5,77
	—	8,85	—	11,95	14,44	11,75
	—	13,81	—	4,28	9,12	21,07
Polygoneae:						
Polygonum Fagopyrum L. (Buchweizen) Stengel u. Blätter	—	19,11	6,89	77,13	32,33	7,70
Polygonum Fagopyrum L. (Buchweizen) Körner	—	8,74	20,10	10,38	6,66	50,07
Polygonum Fagopyrum L. (Buchweizen) id.	1,05	20,77	7,29	12,34	4,80	46,71
Polygonum Fagopyrum L. (Buchweizen) id.	1,08	25,36	1,64	14,53	1,79	49,22
Polygonum Fagopyrum L. (Buchweizen) Gries [2]	0,57	24,54	6,13	11,69	1,74	49,45
	0,87	26,33	2,43	14,10	2,86	46,76
Rumex acetosa L. (Sauerampfer) Stengel, Blätter und Blüthen	—	30,98	—	8,30	31,66	11,25
		KO	NaO	MgO.	CaO	PO_5

[1]) und Verlust. — [2]) Asche frei von Kieselsäure.

*) FeO_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
2,25	1,41	1,21	—	3,40	—	Rühling.
5,89	4,15	0,82	29,14	—	—	Cloëz.
0,76	2,76	5,22	1,07	—	—	
1,92	3,24	0,81	1,94	7,15	—	Wildenstein.
5,09	11,40	4,14	2,51	2,54	—	
1,99	4,84	—	—	—	—	Sacc.
6,11	2,37	0,90	8,80	4,53	—	Way und Ogston.
4,97	3,76	1,20	62,53	10,37	—	Harms.
2,32	2,55	1,98	29,69	—	—	
7,92	14,58	7,92	24,03	—	—	
8,68	10,84	6,83	18,44	8,22	—	Wollter.
7,33	11,12	6,62	—	26,65	—	
2,52	3,22	1,06 *)	8,86	—	—	Durocher und Malaguti.
2,16	0,69	1,05	—	—	—	Bichon.
2,05	—	230 1)	3,29	—	—	
2,13	—	1,87 1)	3,08	—	—	Bibra.
1,36	—	1,53 1)	3,05	—	—	
2,00	—	2,07 1)	3,03	—	—	
2,16	7,97	1,25 *)	1,63	5,04	—	Durocher und Malaguti.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Pomaceae:						
Pyrus communis L. (Birnbaum), ganze Frucht . .	0,41 †	54,69	8,52	5,22	7,98	15,30
Pyrus Cydonia L. (Quitte), Samen	—	27,09	3,01	13,01	7,69	42,02
Pyrus Malus L. (Apfelbaum) Holz	—	19,24	0,45	7,46	63,60	4,90
Pyrus Malus L. (Apfelbaum) Astholz	—	3,46	1,49	2,83	57,07	3,21
Pyrus Malus L. (Apfelbaum) ganze Frucht	0,27 †	35,68	26,09	8,75	4,08	13,59
Primulaceae:						
Hottonia palustris L. (Hottonie)	16,69	8,34	3,18	3,94	21,29	2,88
Lysimachia Nummularia L. (Lysimachie), Stengel, Blätter u. Blüthen	—	16,49	—	8,03	16,79	8,24
Primula acaulis Jacq. (Primel), Blätter und Blüthen	—	24,65	—	7,43	10,53	3,58
— farinosa L. Wurzel	10,05	2,13	15,25	4,06	21,90	3,28
— farinosa L. Blätter	13,88	16,04	—	10,45	21,84	3,78
— farinosa L. Stengel	7,79	24,15	—	8,00	17,36	6,68
— farinosa L. Blumenkrone	7,90	26,12	—	8,71	11,94	8,41
— farinosa L. ganze Pflanze	8,61	22,24	0,70	8,21	17,94	5,98
Primula officinalis Jacq., Stengel, Blätter und Blüthen	—	36,66	—	9,65	16,03	5,44
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der frischen Substanz.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
5,69	1,49	1,04	Spur	—	—	Richardson.
2,67	0,75	1,19	2,57	—	—	Souchay.
3,29	2,06	0,07	Spur	—	—	Engelmann.
1,81	1,00	1,40	0,67	—	—	Erdmann.
6,09	4,32	1,40	—	—	—	Richardson.
6,97	18,64	1,82	8,94	—	1,75 Mn_2O_3	Schulz-Fleeth.
2,95	26,81	5,05*)	9,69	4,20	—	Durocher und Malaguti.
2,20	8,22	2,20*)	19,69	18,06	—	
2,28	25,53	1,05	4,94	—	$Al_2O_3=1,62$ $Mn_2O_3=1,92$	
5,01	8,05	0,85	13,92	1,68	0,96 Al_2O_3	
1,31	5,11	0,13	13,10	2,36	0,54 »	Wittstein.
5,46	10,79	0,54	7,32	1,89	1,15 »	
2,77	8,64	0,43	13,10	—	0,83 » $Mn_2O_3=0,20$	
1,74	12,18	1,61*)	11,51	3,36	—	Durocher und Malaguti.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Ranunculaceae:						
Ranuncus acris L. (Hahnenfuß), Stengel, Blätter und Blüthen	—	29,33	5,09	6,78	25,90	7,94
— bulbosus L., id. . . .	-	29,49	4,36	4,75	19,46	8,81
— Ficaria L., id. . . .	—	52,84	3,63	3,86	10,58	6,62
Resedaceae:						
Reseda canescens L. (Reseda), Stengel, Blätter und Blüthen . . .	—	37,80	—	10,29	7,95	7,51
— lutea L., id. und Früchte	—	25,54	4,61	2,86	41,42	5,55
— luteola L., id.	—	32,80	0,63	5,40	17,12	5,37
Rosaceae:						
Agrimonia Euportaria L. (Odermennig), Stengel, Blätter u. Blüthen . .	—	11,88	4,18	5,37	29,53	10,16
Fragaria vesca L. (Erdbeere), ganze Frucht . .	0,41 †	21,07	27,01	Spur	14,21	13,82
Potentilla Fragariastrum Ehrh., Stengel, Blätter und Blüthen	—	14,37	—	11,20	23,46	6,21
Rosa canina L. (Heckenrose), ½ bis 1½ CM. dicke Zweige mit Rinde .	—	19,16	2,24	7,01	36,27	16,10
Rubus fruticosus L. (Brombeerstrauch), id. .	—	28,96	0,47	15,81	29,57	14,33
Rubus Idaeus L. (Himbeerstrauch), id.	—	13,34	—	10,89	38,28	23,61
Spiraea Ulmaria L., Stengel, Blätter und Blüthen	—	16,31	6,26	18,02	20,49	12,76
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) der frischen Substanz.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		Analytiker.
4,43	7,68	3,38*)	8,33	—	—	
1,46	15,54	3,58*)	11,03	—	—	Durocher und Malaguti.
4,20	16,72	3,03*)	21,96	—	—	
18,04	7,39	1,96*)	6,59	1,26	—	
10,63	6,81	2,09*)	0,63	—	—	Durocher und Malaguti.
12,73	12,40	4,72*)	7,01	—	—	
1,83	29,07	1,65*)	7,73	—	—	Durocher und Malaguti.
3,15	12,05	5,89	2,78	—	—	Richardson.
7,38	24,89	4,88*)	11,52	0,83	—	
2,46	1,49	1,08*)	2,89	—	—	
4,10	2,70	0,77*)	2,85	—	—	Durocher und Malaguti.
2,92	7,23	1,01*)	0,98	1,41	—	
4,90	10,05	5,47*)	5,02	—	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	$ClNa$	ClK		

*) (Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3).

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5
Rubiaceae:						
Cinchonaarten Rinden: China flora fibrosa	1,63	20,74	—	1,28	32,86	3,21
— rubra	1,66	18,16	—	1,02	33,76	4,94
— Huanoco . . .	2,51	19,40	—	4,19	28,84	6,10
— regia, geschält . .	1,22	21,43	—	4,81	25,06	7,65
— id. ungeschält . .	1,65	23,98	—	1,24	28,60	15,58
Coffea arabica L. (Kaffeebaum): Bohnen	3,19	42,11	11,07	9,01	3,58	11,24
id.	—	—	—	—	—	—
Bohnen von Ceylon (gepflanzt) .	—	53,64	—	8,42	4,10	10,36
» (wild) . . .	—	52,12	—	8,46	4,58	11,60
Java	—	53,66	—	8,20	4,11	11,05
Costa Rica	—	51,89	—	8,66	4,61	10,80
Jamaica	—	52,92	—	8,37	6,66	11,13
Mocca	—	50,75	—	8,37	5,87	10,15
Neelgherry	—	55,00	—	8,44	5,68	10,85
Extract von Javakaffee	3,41	51,45	—	8,67	3,58	10,02
Gallium Cruciata Scop. (Labkraut), Stengel, Blätter u. Blüthen	—	16,58	4,11	4,61	26,60	8,11
— Mollugo L., id. . . .	—	24,71	1,30	6,32	28,21	5,64
— — ganze Pflanze ohne Wurzel	7,6 †)	14,5	4,35	7,6	23,4	10,4
— palustre L., Stengel, Blätter u. Blüthen . .	—	21,81	1,94	8,68	22,18	5,49
Rubia tinctorum L. (Färberröthe): Wurzel	8,25	20,39	7,37	2,60	24,00	3,65
id.	8,42	15,50	—	2,50	19,84	3,13
id.	—	2,73	20,57	2,53	13,01	13,44
Samen	8,14	20,08	6,20	2,48	29,89	5,10
		K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5

†) der lufttrocknen Substanz.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
0,42	1,21	1,49	—	1,51	Mn_2O_3 1,22	Reichardt.
2,55	1,02	2,76	—	0,63	4,09	
0,09	1,36	1,57	—	3,91	0,33	
0,86	Spur	2,78	—	Spur	0,94	
1,04	1,45	2,84	—	0,85	—	
—	2,95	0,55	1,67	—	—	Levi.
—	—	—	—	—	—	
3,62	—	0,45	—	2,33	—	Campbell, Graham u. Stenhouse.
4,48	—	0,98	—	0,95	—	
3,49	—	0,73	—	0,55	—	
3,82	—	0,63	—	2,10	—	
3,10	—	0,44	—	1,59	—	
5,26	—	0,44	—	1,26	—	
3,09	—	0,61	—	1,27	—	
4,01	0,73	0,25	—	1,98	—	Lehmann.
1,67	12,18	1,03 *)	22,49	—	—	Durocher u. Malaguti.
1,35	21,75	1,60 *)	8,01	—	—	
5,9	11,1	0,5	2,09	—	—	Vielguth.
2,32	20,05	2,67 *)	13,06	—	—	Durocher u. Malaguti.
2,56	1,14	0,82	5,41	—	—	Köchlin.
1,45	3,63	2,28	11,67	4,06	—	
2,28	13,10	2,13	10,04	—	—	May.
3,00	19,22	3,74	10,29	—	—	Schiel.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5
Salicineae:						
Populus alba L. (Pappel) Zweige mit Rinde, ½ bis 2 CM. dick	—	18,00	—	9,84	51,83	15,20
— fastigiata (Toir.), id. .	—	10,17	0,26	4,84	71,25	11,52
— nigra L., id.	—	16,90	—	11,67	52,54	11,00
— tremula L., id. . . .	—	13,44	—	3,23	66,50	13,30
— virginiana L., id. . .	—	11,32	1,15	7,66	49,10	14,47
Salix cinerea L., (Weide) id.	—	11,37	5,00	10,13	50,77	16,35
Sanguisorbeae:						
Poterium Sanguisorba L. (Becherblume), blühende Pflanze	7,97	30,26	—	4,21	24,82	7,81
Solaneae:						
Atropa Belladonna, (Tollkirsche), Blätter	12,50	27,44	8,22	5,62	13,22	6,82
Datura Stramonium L. (Stechapfel), Samen . .	—	20,22	14,24	17,56	4,11	43,72
Nicotiana Tabacum L. (Taback) Blätter, Debreczin	—	29,08	—	7,22	30,35	2,74
Debreczin	—	30,67	—	8,57	27,12	1,88
Debreczin	—	27,88	—	7,31	33,84	1,99
Banat	—	18,20	—	15,73	32,06	2,12
Fünfkirchen	—	8,20	—	13,93	46,08	1,90
Fünfkirchen	—	19,55	0,27	11,07	48,68	3,66
Fünfkirchen	—	9,68	—	14,58	52,06	1,62
Fünfkirchen	—	9,36	—	15,59	52,00	2,10
Fünfkirchen	—	10,37	—	15,04	43,45	2,36
Fünfkirchen	—	11,21	—	12,77	49,16	1,97
		K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
0,85	2,68	1,70*)	Spur	—	—	
0,74	0,30	0,17*)	0,49	—	—	
1,40	3,69	2,80*)	Spur	—	—	
0,32	1,61	1,60*)	»	—	—	Durocher u. Malaguti.
4,07	1,86	4,47*)	0,82	—	—	
3,07	0,70	1,30*)	1,15	—	—	
4,84	0,83	0,84	1,35	3,27	—	Way u. Ogston.
5,15	5,22	0,23	12,93	—	—	
—	5,21	3,94	—	—	—	Souchay.
3,75	—	6,04	0,91	—	—	
3,27	—	4,15	5,95	—	—	
3,75	—	4,40	9,34	4,90	—	
5,91	—	4,68	11,41	3,92	—	
4,65	—	4,17	3,22	8,53	—	Will u. Fresenius.
3,29	—	2,99	3,54	—	—	
3,90	—	3,57	4,61	4,44	—	
3,58	—	4,62	3,20	3,27	—	
5,50	—	5,20	6,39	2,99	—	
2,98	—	4,33	2,58	2,97	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5
Nicotiana Tabacum L. (Blätter) .	—	26,96	2,76	9,61	39,53	1,98
Solanum Dulcamara L. (Stengel, Blätter u. Blüthen) .	—	33,80	—	8,44	12,10	8,14
Solanum tuberosum L. (Kartoffel).						
id.	—	22,90	—	4,41	21,82	6,39
a. Knollen, runde gelbe . .	5,03	57,44	—	2,52	0,84	16,67
id. zerrieben und auf Sieb ausgewaschen (unlöslicher Rückstand) .	1,26	22,48	—	6,74	39,33	25,84
Filtrirter Saft der zerriebenen Knollen von Eiweiß befreit .	23,45[1]	60,32	—	2,70	0,95	14,44
Eiweiß des Saftes . . .	0,68[2]	44,68		2,12	8,04	27,66
b. Knollen, hellrothe . . .	3,91	51,71	—	4,13	1,13	16,67
Schalen der gekochten Knollen .	8,73	72,86	—	7,01	7,27	2,92
Unlöslicher Rückstand (wie bei a.) .	1,04[2]	18,59	—	7,93	42,72	22,17
Saft (wie bei a.) . . .	36,48[1]	58,92	—	4,22	1,05	18,13
Knollen, blaue	4,44	55,30	—	4,63	1,00	18,38
Schalen (wie bei b.) . .	10,32	68,10	—	6,04	8,89	3,71
Knollen, dunkelrothe . .	4,35	63,06	—	4,59	0,51	20,39
„ lange gelbe . .	3,62	64,99	—	3,25	1,57	19,08
„ „ rothe . .	2,63	53,04	—	3,86	3,52	5,03
Unlöslicher Rückstand (wie bei a.) .	0,89	5,82	—	8,14	59,30	19,77
		K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5

[1]) Des bei 100° C. getrockneten Saftes.

[2]) Asche nach Abzug der CO_2, SO_3 u. Cl. *) Fe_2O_3 Mn_2O_3 u. Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
2,78	4,51	2,22	9,65	—	—	Merz.
5,17	18,07	2,00*)	7,42	3,57	—	Durocher u. Malaguti.
3,80	5,93	0,83*)	8,24	22,32	—	
2,72	0,53	0,42	0,53	18,34	—	Schulz-Fleeth.
—	2,27	0,89	2,24		—	
3,17	Spur	0,32	18,10		—	
—	—	17,50	—		—	
2,72	0,53	0,51	1,52	17,49	—	
0,40	1,95	2,40	1,95	2,07	—	
—	4,45	0,87	3,26		—	
3,99	0,11	0,18	13,38		—	
3,00	1,00	0,33	1,15	15,23	—	
0,43	3,45	3,02	2,07	4,31	—	
2,42	0,26	0,38	0,31	8,09	—	
2,93	0,63	0,53	0,73	6,29	—	
25,50	1,51	2,35	1,34	3,86	—	
—	3,49	1,17	2,32		—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschenprocente.	K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5
Knollen, runde weiße . .	4,42	65,93	—	4,00	1,31	14,97
Schalen (wie bei b.) . .	9,72	69,56	—	7,02	12,72	0,35
Unlöslicher Rückstand (wie bei a.) .	0,76	8,51	—	7,45	50,00	27,66
Knollen [1])	5,06	64,55	—	3,96	1,79	18,06
Knollen von blühenden Pflanzen	3,45	50,88	—	5,70	4,50	15,10
Knollen von abgeblühten Pflanzen	2,76	50,93	—	3,87	3,76	17,68
Knollen von vertrockneten Pflanzen	2,98	50,89	2,41	4,21	2,65	17,15
Stengel von blühenden Pflanzen	13,75	10,07	—	5,46	29,86	6,62
Stengel von vertrockneten Pflanzen	15,00	11,44	—	6,00	37,02	2,27
Knollen gesunde	4,85 bis 6,00	55,41	—	4,17	2,34	16,38
Knollen kranke		55,82	—	2,99	1,51	16,71
Branntwein-Schlempe . . .	—	38,52	4,47	7,33	4,47	16,78
Verbascum floccosum W.K. (Stengel, Blätter u. Blüthen)	—	24,97	—	9,56	13,48	9,85
Terebinthinaceae:						
Rhus Toxicodendron L. (Sumach) Blätter	7,91	23,80	0,04	6,45	21,59	11,57
Tiliaceae:						
Tilia europaea L. (Linde) Rinde .	—	16,14	4,53	8,03	60,81	4,02
Tilia europaea L. (Linde) Holz .	—	35,80	5,23	4,15	29,93	4,85
Typhaceae:						
Typha augustifolia L. (Rohrkolben) ganze Pflanze	9,58	14,81	—	1,56	21,94	3,88
Ulmaceae:						
Ulmus campestris L. Zweige m. Rinde 1—2 Cm. dick	—	24,08	1,42	10,01	37,93	9,61
		K O	Na O	Mg O	Ca O	PO_5

[1]) Mittel zweier nahe stimmenden Analysen.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 u. Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
0,44	0,44	0,59	0,14	12,15	—	Schulz-Fleeth.
3,51	2,63	3,07	1,14		—	
—	2,13	1,06	3,19		—	
4,24	0,79	0,62	3,00	2,60	—	Moser.
1,70	5,46	0,29	0,29	5,01	—	Way u. Ogston.
3,31	1,18	2,11	0,88	8,98	—	
3,19	0,91	1,06	5,38	—	—	
4,58	2,20	3,89	4,77	21,08	—	
5,12	8,22	3,78	12,06	—	—	
4,71	3,64	0,50	Spur	12,40	—	Griepenkerl.
5,89	4,72	1,05	"	11,30	—	
6,10	2,84	1,50	4,00	—	—	Porter.
3,48	21,21	2,96*)	3,29	9,72	—	Durocher u. Malaguti.
3,98	6,86	2,35	—	3,25	—	Kittel.
0,75	2,27	1,24	2,21	—	—	Hofmann.
5,30	5,26	9,97	1,49	—	—	
2,56	0,62	0,16	16,28	16,82	—	Schulz-Fleeth.
5,42	6,16	3,92*)	1,30	—	—	Durochér u. Malaguti.
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Ulmus campestris, Holz	—	21,92	13,72	7,71	47,80	3,33
Ulmus campestris, Rinde	—	2,22	10,09	3,19	72,70	1,59
Umbelliferae:						
Apium graveolens L., Sellerie-wurzel	16,27	29,34	—	Spur	11,68	12,71
	1,07 †)	22,07	—	5,82	13,11	12,83
Aethusa Cynap. (Gleiße), Blätter, Stengel, Blüthen und Früchte	—	15,15	1,74	11,36	30,73	11,88
Conium maculatum L. Pflanze, (Schierling) . .	12,80	21,69	9,64	8,39	24,96	10,31
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Wurzel	0,79 †)	32,17	5,00	5,73	12,34	11,81
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Samen	10,03	16,21	1,23	5,70	32,96	13,38
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Lange rothe, Rübe .	5,44	43,73	12,11	2,29	5,64	12,31
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Lange rothe, Kraut .	10,95	17,10	4,85	0,89	24,04	6,21
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Weiße belgische, Rübe	5,12	37,55	12,63	3,78	9,76	8,37
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Weiße belgische, Kraut	21,30	7,28	9,49	2,50	34,98	2,55
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Weiße belgische, Rübe	6,30	28,00	17,53	3,20	8,26	7,86
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Weiße belgische, Kraut	17,50	7,53	10,69	3,03	29,50	1,12
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Weiße belgische, Rübe	6,10	21,40	14,21	5,89	11,89	9,17
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Weiße belgische, Kraut	15,80	6,55	12,76	3,23	33,44	1,34
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Weiße belgische, Rübe	8,80	41,97	8,18	3,44	6,08	8,09
	6,80	33,29	15,06	3,48	8,17	9,27
Daucus Carota L. (Gelbrübe), Stengel, Blätter, Blüthen und Früchte .	—	24,21	2,96	6,66	35,82	6,09
Eryngium maritimum L., Blätter, Stengel und Blüthen	—	18,90	—	6,34	22,52	4,92
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) Der frischen Substanz.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
1,28	3,07	1,17	—	—	—	Wrighton.
0,62	8,77	0,82	—	—	—	
0,97	1,64	Spur	32,28	—	—	Herapath.
5,58	3,85	1,41	—	34,41	$Mn_2O_3 = 1,92$	Richardson.
5,77	13,14	2,17 *)	7,09	—	—	Durocher und Malaguti.
3,43	2,62	2,40	16,61	—	—	Wrighton.
3,26	4,78	1,60	9,62	—	—	Richardson.
4,80	4,50	0,84	5,24	—	—	
4,26	1,11	0,51	Spur	—	—	
5,08	11,61	3,43	3,62	—	—	
6,34	0,76	0,74	4,91	—	—	
6,68	7,39	4,06	8,77	—	—	
6,95	1,10	1,66	7,65	—	—	Way und Ogston.
5,47	1,83	0,90	17,14	—	—	
9,49	1,92	1,37	5,52	—	—	
5,86	4,48	2,26	15,11	—	—	
5,37	1,16	1,17	6,82	—	—	
4,59	1,00	0,59	7,62	—	—	
5,52	11,39	3,54 *)	3,66	—	—	
						Durocher und Malaguti.
2,73	3,68	0,75 *)	19.30	15,92	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Pflanzen oder Pflanzentheile.	Aschen-procente.	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5
Foeniculum officinale L., id. und Früchte	—	21,76	8,03	6,93	29,51	8,10
Pastinaca sativa L. (Pastinak) Wurzel	—	53,72	—	6,49	6,85	13,84
Pastinaca sativa L. (Pastinak) id.	5,93	43,41		Spur	14,43	14,99
Pastinaca sativa L. (Pastinak) id.	1,49 †)	36,12	3,11	9,94	11,43	20,40
Urticaceae:						
Cannabis sativa L. (Hanf) Samen	5,60	21,67	0,66	1,00	26,71	34,96
Cannabis sativa L. (Hanf) ganze Pflanze . . .	—	19,34	1,38	10,80	47,95	7,69
Cannabis sativa L. (Hanf) Kraut	—	13,60	1,40	10,40	32,00	10,10
Cannabis sativa L. (Hanf) Samen	5,36	18,55	0,77	10,26	20,25	37,59
Cannabis sativa L. (Hanf) ganze Pflanze . .	4,60	15,82	0,54	7,67	35,55	14,24
Cannabis sativa L. (Hanf) Blätter	22,00 [2]	5,45	0,72	4,88	42,05	3,22
Cannabis sativa L. (Hanf) Stengel	4,54					
Humulus Lupulus L. (Hopfen) ganze Pflanze . .	9,87	25,18	—	5,77	15,98	12,13
Humulus Lupulus L. (Hopfen) Blätter	13,60	14,95	0,39	2,39	49,67	3,52
Humulus Lupulus L. (Hopfen) Stengel u. Ranken	3,74	24,35	—	4,10	38,73	6,92
Humulus Lupulus L. (Hopfen) Blüthe	6,50	17,08	—	5,34	14,15	14,64
Humulus Lupulus L. (Hopfen) „goeding hops" Blüthen	9,00	31,70	—	4,80	9,59	17,33
Humulus Lupulus L. (Hopfen) „goeding hops" Blätter	21,94	13,13	—	4,84	30,78	9,33
Humulus Lupulus L. (Hopfen) „goeding hops" Ranken	7,28	17,60	—	3,77	23,71	11,69
Humulus Lupulus L. Zapfen von Bentley hops	8,07	11,98	—	5,94	17,93	21,38
Humulus Lupulus L. Zapfen von Golding hops	5,95	24,88	—	4,69	21,59	14,47
Humulus Lupulus L. Zapfen von Grape hops	7,21	25,56	—	5,27	18,47	17,58
		KO	NaO	MgO	CaO	PO_5

†) Der frischen Substanz.

1) Mn_2O_3. — 2) Aschengehalt des gehechelten Hanfs 1,4%.

*) Fe_2O_3, Mn_2O_3 und Al_2O_3.

SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		Analytiker.
6,74	2,84	0,72 *)	13,53	—	—	Durocher und Malaguti.
4,07	0,57	0,53	—	4,39	—	Graham, Stenhouse und Campbell.
4,79	—	1,54	3,78	—	—	Herapath.
6,50	4,10	1,97	5,54	—	—	Richardson.
0,10	14,04	0,77	0,09	—	—	Leuchtweiß.
2,56	7,86	—	2,42	—	—	Way.
0,30	22,10	8,8	—	1,2	—	G. Martius.
0,24	9,60	1,21 [1])	0,14	—	—	Reich.
2,76	7,70	1,08 [1])	5,39	—	—	
1,10	6,75	—	—	3,22	—	Kane.
5,41	21,50	5,12	7,24	1,67	—	Nesbit.
5,04	12,14	2,41	9,49	—	—	
3,44	6,07	0,28	6,47	9,64	—	
8,28	17,88	2,71	1,51	3,78	—	Watts.
5,10	19,16	0,68	0,74	8,96	—	Way und Ogston.
1,89	22,35	0,19	3,12	2,29	—	
2,33	9,99	0,80	2,63	15,55	—	
7,01	22,97	1,86	—	5,45	—	
7,27	19,71	1,75	3,42	—	—	
11,68	9,99	1,41	41,02	4,34	—	
SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	ClK		

Analysen verschiedener Dünger-Aschen.

Aschen-Zusammensetzung menschlicher Excremente nach J. B. Porter.

(Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXI, S. 109.)

Die Asche des Harns von 4 Tagen wog 57,5 Grm., die der Fäces von derselben Zeit 11,47 Grm. — Der Aschengehalt der Fäces betrug im Mittel zweier Versuche 6,69 Proc.

100 Theile Asche enthielten *):

	Fäces		Harn		Fäces und Harn **)
		Chlornatrium abgezogen		Chlornatrium abgezogen	Nach Abzug des Chlornatriums
Kali	6,10	6,43	13,64	41,66	28,69
Natron	5,07	5,34	1,33	4,06	4,53
Kalk	26,46	27,88	1,15	3,51	12,48
Magnesia	10,54	11,11	1,34	4,12	6,69
Eisenoxyd	2,50	2,63	Spur	—	0,97
Phosphorsäure . .	36,03	37,97	11,21	34,25	35,62
Schwefelsäure . .	3,13	3,30	4,06	12,40	9,05
Kohlensäure . . .	5,07	5,34	—	—	1,97
Chlornatrium . .	4,33	—	67,26	—	—
	99,23	99,99	100,00	100,00	100,00

*) Sämmtliche Angaben beziehen sich auf Asche, frei von Kohle und Sand.

**) Im Verhältnisse wie sie erhalten wurden.

Analysen verschiedener Thierexcremente.

(Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXV, S. 85.)

I, II, III, IV. Aschen-Analysen der Excremente der Pflanzenfresser von J. B. Roger; I. Aschen-Analyse der Excremente von Schweinen, II. von Kühen, III. von Schafen, IV. von Pferden.

V. Analyse der Asche von Hundekoth, nach Vohl. 100 Thle. getrockneter Koth enthielten 14,15 organische und 85,85 unorganische Bestandtheile.

Die Excremente waren frei von Urin und Sand gesammelt.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Wasser	77,13	82,45	56,47	77,25	—
Feste Theile	22,87	17,55	43,55	22,75	—
Aschenprocente der getrockneten Excremente	37,17	15,23	13,49 *)	13,36	85,85
Aschenzusammensetzung:					
Kieselsäure	13,19	62,54	50,11	62,40	Spuren
Kali	3,60	2,91	8,32	11,30	0,35
Natron	3,44	0,98	3,28	1,98	0,52
Chlornatrium	0,89	0,23	0,14	0,03	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	10,35	8,93	3,98	2,73	0,01 †)
Kalk	2,03	5,70	18,15	4,63	50,14
Magnesia	2,24	11,47	5,45	3,84	0,11
Phosphorsäure	0,41	4,76	7,52	8,13	40,14
Schwefelsäure	0,90	1,77	2,69	1,83	—
Kohlensäure	0,60	—	Spur.	—	8,68
Sand	61,37	—	—	—	0,05 Chlor
	99,28	99,22	99,30	99,64	100,00

†) Eisenoxyd.

*) Enthält Spuren von Manganoxyd.

Kuhkoth-Asche nach Haidlen.

Phosphorsaurer Kalk	10,9
Phosphorsaure Bittererde	10,0
Phosphorsaures Eisenoxyd	8,5
Kalk	1,5
Gyps	3,1
Chlorkalium, Kupfer	Spuren
Kieselerde	63,7
Verlust	1,3
	100,0

Harn-Analysen von Boussingault.

In 1000 Theilen frischem Harne sind enthalten:

	Pferdeharn	Kuhharn	Schweineharn
Harnstoff	31,00	18,48	4,90
Hippursäure	—	—	0,00
Hippursaures Kali	4,74	16,51	—
Milchsaures Kali	11,28	17,16	nicht bestimmt
„ Natron	8,81	—	
Doppeltkohlensaures Kali	15,50	16,12	10,74
Kohlensaure Magnesia	4,16	4,74	0,87
Kohlensaurer Kalk	10,82	0,55	Spur
Schwefelsaures Kali	1,18	3,60	1,98
Phosphorsaures Kali	—	—	1,02
Phosphorsäure	0,00	0,00	—
Chlornatrium	0,74	1,52	1,28
Kieselsäure	1,01	Spuren	0,07
Wasser und nicht best. Stoffe	910,76	921,32	979,14
	1000,00	1000,00	1000,00

Der Schweineharn reagirte deutlich alkalisch, sein specif. Gewicht bei 12°,5 C. = 1,0136; das den Harn liefernde Thier wurde nur mit gekochten Kartoffeln gefüttert.

Pferd mit grünem Klee und Hafer gefüttert. Specif. Gewicht des Harns bei 22° C. 1,0373.

Kuh mit Grummet und Kartoffeln gefüttert. Reaction des Harns stark alkalisch, specif. Gewicht bei 12°,2 C. = 1,040.

(Mémoires de chimie, T. XXII, p. 169.)

Untersuchung von Stallmist, nach Völker.

(Journ. Agric. Soc. Engl. T. XVII, p. 191 u. T. XVIII, p. 111.)

1. Zusammensetzung von frischem und gutverrottetem Stalldünger.

(Gemisch von Kuh-, Pferde- und Schweinedünger.)

	Frisch (3. Nov. 1854)		Verrottet (5. Dec. 1854)	
	Im natürlichen Zustande	Getrocknet	Im natürlichen Zustande	Getrocknet
Wasser	66,17	—	75,42	
Lösliche organische Substanz [1])	2,48	7,33	3,71	15,09
Lösliche Mineralbestandtheile:				
Lösliche Kieselsäure	0,237	0,703	0,254	1,035
Phosphorsaurer Kalk	0,299	0,884	0,382	1,554
Kalk	0,006	0,185	0,117	0,476
Magnesia	0,011	0,033	0,047	0,193
Kali	0,573	1,695	0,446	1,816
Natron	0,051	0,153	0,023	0,140
Chlornatrium	0,030	0,089	0,037	0,151
Schwefelsäure	0,055	0,035	0,058	0,235
Kohlensäure u. Verlust	0,218	0,773	0,106	0,380
	1,54	4,55	0,47	5,98
Unlösliche organische Substanz [2])	25,76	76,15	12,82	52,15
Unlösliche Mineralbestandtheile:				
Lösliche Kieselsäure	0,964	2,865	1,424	0,570
Unlösliche Kieselsäure	0,561	1,659	1,010	4,11
Eisenoxyd u. Thonerde [3])	0,596	1,404	0,947	3,85
Kalk	1,120	3,335	1,667	6,78
Magnesia	0,143	0,424	0,091	0,37
Kali	0,099	0,294	0,045	0,18
Natron	0,019	0,677	0,038	0,15
Schwefelsäure	0,061	0,210	0,063	0,29
Kohlensäure u. Verlust	0,484	1,722	1,295	5,26
	4,05	11,97	6,58	26,78
	100,00	100,00	100,00	100,00
[1]) Enthält Stickstoff	0,149	0,44	0,297	1,21
[2]) » »	0,494	1,46	0,309	1,26
[3]) Enthält Phosphorsäure	0,178	0,528	0,274	1,11
Freies Ammoniak	0,340	0,10	0,046	0,189
Ammoniaksalze	0,880	0,26	0,057	0,052

Völker erforschte außerdem die Veränderungen, welche der Stallmist beim längeren Liegen unter verschiedener Behandlung erleidet. Der frische Stalldünger wurde in drei Theile getheilt und jeder einzelne genau gewogen. I. wurde an einer Mauer ausgebreitet und Wind und Wetter ausgesetzt; II. ebenfalls ausgebreitet, aber durch Ueberdachung geschützt; III. die Ausbreitung geschah wie sie in den englischen Viehhöfen üblich ist; IV. ausgebreiteter verrotteter Dünger, jedoch gegen Wetter geschützt. Am 14. Februar nahm man Proben zur Analyse; der Dünger I. und II. hatte 3 Monate und 11 Tage, IV. 2 Monate und 9 Tage gelegen. Der Dünger III. war so mit Schnee bedeckt, daß keine Durchschnittsprobe genommen werden konnte; er konnte erst nach 6 Monaten analysirt werden. I. enthielt 69,83 Procent, II. = 67,32 Procent, III. = 80,02 Procent und IV. = 73,9 Procent Wasser.

100 Theile des bei 100° C. getrockneten Düngers enthielten:

	I.	II.	III.	IV.
Lösliche organische Substanz [1])	12,79	8,04	5,80	10,34
Lösliche Mineralstoffe:				
Lösliche Kieselsäure . .	0,924	0,733	1,05	0,564
Phosphorsaurer Kalk .	0,985	1,013	1,07	0,493
Kalk	0,160	0,171	0,02	0,067
Magnesia	0,065	0,013	0,04	0,068
Kali	3,632	2,068	1,82	3,680
Natron	0,621	0,578	0,18	0,321
Chlornatrium	0,351	0,179	0,02	0,194
Schwefelsäure	0,532	0,366	0,20	0,278
Kohlensäure u. Verlust	2,570	1,353	0,65	2,225
	9,84	6,48	5,05	7,89
Unlösliche organische Substanz [2])	61,12	62,60	57,37	55,13
Unlösliche Mineralstoffe:				
Lösliche Kieselsäure . .	2,364	3,294	4,78	4,24
Unlösliche Kieselsäure .	2,844	5,800	5,51	5,91
Eisenoxyd u. Thonerde [3])	2,689	3,477	3,11	1,41
Kalk	4,281	5,722	9,83	7,65
Magnesia	0,097	0,240	0,41	0,08
Kali	0,422	0,613	0,27	0,45
Natron	0,166	0,116	0,06	0,06
Schwefelsäure	0,329	0,302	0,33	0,38
Kohlensäure u. Verlust	3,066	2,316	7,48	6,46
	16,25	22,28	31,78	26,64
	100,00	100,00	100,00	100,00
[1]) Enthielt Stickstoff .	0,31	0,53	0,42	0,57
[2]) » »	1,55	1,77	2,28	2,35
[3]) » Phosphorsäure	0,59	0,91	0,89	0,24
Freies Ammoniak . . .	0,62	0,67	0,05	0,57
Ammoniaksalze	0,21	1,65	0,22	0,18

Am 30. April, 23. August und 15. November wurden die vier Haufen
rend der einzelnen Perioden erlittenen Veränderungen sind nach den

	I.				II.			
	Nov. 3 1854 Pfd.	Ap. 30 1855 Pfd.	Ag. 23 1855 Pfd.	Nv. 15 1855 Pfd.	Nov. 3 1854 Pfd.	Ap. 30 1855 Pfd.	Ag. 23 1855 Pfd.	Nv.(185 Pf
Gesammtgewicht des Düngers	2838	2026	1994	1974	3258	1613	1297	123
Wassergehalt	1877,9	1336,1	1505,3	1466,5	2156	917,6	563,2	514
Trockensubstanz	960,1	689,9	488,7	507,5	1102	695,4	733,8	720
Lösliche organische Substanz *)	70,38	86,51	58,83	54,04	80,77	74,68	53,56	66,
Lösliche Mineralstoffe .	43,71	57,88	39,16	36,89	50,14	54,51	39,55	54,
Unlösliche organische Substanz **)	731,07	389,74	243,22	214,92	839,17	410,24	337,32	341,
Unlösliche Mineralstoffe	114,94	155,77	147,49	201,65	131,92	155,97	303,37	257,
*) Enthielt Stickstoff . .	4,22	6,07	3,76	3,65	4,85	4,38	3,46	5,
**) » » . .	14,01	12,07	9,38	9,38	16,08	14,88	13,08	13,
Freies Ammoniak . . .	0,96	0,15	0,20	0,11	1,10	0,88	0,19	0,
Ammoniaksalze	2,49	1,71	0,75	0,80	2,86	1,62	1,33	1,
Gesammtmenge der organischen Substanz .	801,45	476,24	302,05	268,96	919,94	484,92	390,88	408,
Gesammtmenge der Mineralstoffe	158,15	213,65	186,65	238,54	182,06	210,48	342,92	312,

vieder gewogen und neue Proben zur Analyse genommen. Die wäh-
Analysen berechnet und in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	III.				IV.			
	Nov. 3 1854 Pfd.	Ap. 30 1855 Pfd.	Ag. 23 1855 Pfd.	Nv. 15 1855 Pfd.	Dec. 5 1854 Pfd.	Av. 30 1855 Pfd.	Ag. 23 1855 Pfd.	Nv. 15 1855 Pfd.
-sammtgewicht des Düngers	652	1429	1012	950	1613	1186	1023	1003
assergehalt	1093	1143	709,3	622,8	1216,5	818	739,1	737,7
ockensubstanz	559	285,5	302,7	327,2	396,5	368	283,9	285,3
sliche organische Substanz *)	40,97	16,55	4,96	3,95	59,83	26,16	15,35	11,38
sliche Mineralstoffe .	25,43	14,41	6,47	5,52	23,71	19,90	11,24	10,47
lösliche organische Substanz **)	425,67	163,79	106,81	94,45	206,77	187,97	127,47	123,79
lösliche Mineralstoffe	66,93	90,75	184,46	223,28	106,19	133,97	129,84	139,66
Enthielt Stickstoff .	3,28	1,19	0,60	0,32	4,79	1,73	0,90	0,92
» » . .	6,21	6,51	3,54	3,56	4,99	8,99	4,99	5,65
ies Ammoniak . . .	0,55	0,14	0,13	0,005	0,74	0,06	0,13	0,03
moniaksalze	1,45	0,62	0,55	0,28	0,92	0,50	0,40	0,29
sammtmenge der organischen Substanz .	466,64	180,34	111,77	98,40	266,60	214,13	142,82	135,17
sammtmenge der Mineralstoffe	92,36	105,16	190,93	228,80	129,90	153,87	141,08	150,13

2. Zusammensetzung von verrottetem Schafdünger.

Völker untersuchte Schafdünger, welcher drei Jahre lang in einem Haufen vorräthig gehalten und hierbei dem Regen und der Luft ausgesetzt war. Der Dünger war vollkommen zersetzt.

100 Theile Dünger enthielten:

Wasser		73,66
Lösliche organische Substanz *)		2,70
Lösliche unorganische Substanz:		
Lösliche Kieselsäure	0,801	
Unlösliche Kieselsäure	0,422	
Phosphorsaurer Kalk	0,577	
Kalk	0,104	
Magnesia	0,169	
Kali	0,376	
Natron	0,083	
Chlornatrium	0,022	
Schwefelsäure	0,076	
Kohlensäure und Verlust	0,030	
		2,66
Unlösliche organische Substanz **)		9,95
Unlösliche unorganische Substanz:		
Lösliche Kieselsäure	1,240	
Unlösliche Kieselsäure	6,927	
Eisenoxyd, Thonerde:		
Phosphate (= 0,542 PO_5)	1,005	
Kalk	0,876	
Magnesia	0,317	
Kali	0,065	
Natron	0,055	
Schwefelsäure	0,130	
Kohlensäure und Verlust	0,415	
		11,03
		100,00

*) Enthaltend Stickstoff 0,157

**) » » 0,47

Zusammensetzung eines Stalldüngers.
Analyse von Richardson.

Der frische Dünger enthielt:

Wasser	64,96
Organische Stoffe	24,71
Asche	10,33
	100,00

Der bei 100° C. getrocknete Dünger enthielt:

Kohlenstoff	27,40
Wasserstoff	5,27
Sauerstoff	25,52
Stickstoff	1,76
Asche	30,05
	100,00

Die Asche enthielt:

I. In Wasser lösliche Theile:	
Kali	3,22
Natron	2,73
Kalk	0,34
Magnesia	0,26
Schwefelsäure	3,27
Chlor	3,15
Kieselerde	0,04
II. In Salzsäure lösliche Theile:	
Kieselerde	27,01
Phosphorsaurer Kalk	7,11
Phosphorsaure Magnesia	2,26
Phosphorsaures Eisenoxyd	4,68
Kohlensaurer Kalk	9,34
Kohlensaure Magnesia	1,63
III. Sand (30,99), Kohle (0,83) und Verlust (3,14)	34,96
	100,00

Untersuchung von Mistjauche.

I. Analyse der Asche von Mistjauche nach Eggar (Jahresbericht von Liebig und Kopp 1849, S. 659). 1 Liter der verwendeten Mistjauche hinterließ 17,23 Grm. feste Bestandtheile (bei 100° C.); diese bestanden aus 11,56 Grm. Asche und 5,69 flüchtige Bestandtheile. Ferner enthielt 1 Liter Jauche 5,08 Grm. Ammoniak. — In den Jauchenbehälter mündeten die Ausflüsse der Ställe.

II. Analyse der Mistjauche nach Zöller. Der Jauchenbehälter stand mit dem Stalle und der Miststätte in Verbindung. In 1 Liter Jauche waren 3,825 Ammoniak enthalten.

	I. 100 Thle. Asche der Mistjauche enthielten	II. 1 Liter Mistjauche enthielt
Kali	43,47	2,421
Kalk	2,61	0,121
Magnesia	1,17	0,408
Eisenoxyd	1,73	0,022
Schwefelsäure	12,97	0,353
Kieselsäure	1,01	0,126
Kohlensäure	12,32	—
Phosphorsäure	1,10	0,102
Chlorkalium	4,28	0,616
Chlornatrium	18,75	1,751
Sand	0,44	—

Guanoanalysen.

	Guano von			
	Liverpool bezogen. (Bertels).	Lima. (Völkel.)	Peru. (Winkler.)	Braungelber Guano. (Dellacher.)
Salmiak	6,50	4,2	7,0	2,25
Oxalsaures Ammoniak	13,35	10,6	20,7	17,73
Harnsaures Ammoniak	3,24	9,0	—	12,20
Harnsäure	—	—	6,4	—
Phosphorsaures Ammoniak	6,25	6,0	6,5	6,90
Wachsähnlicher Stoff	0,60	—	—	0,75
Stickstoffhaltiger Stoff in Kali löslich	—	—	3,4	—
Fett	—	—	1,6	—
Schwefelsaures Kali	4,23	5,5	4,9	4,00
Schwefelsaures Natron	1,20	3,8	—	4,92
Phosphorsaures Natron	5,29	—	—	—
Phosphorsaures Talkerde-Ammoniak	4,19	2,6	—	14,63
Phosphorsaurer Kalk	9,94	14,3	9,4	20,16
Oxalsaurer Kalk	16,36	7,0	9,0	1,30
Kochsalz	0,10	—	—	0,40
Thonerde	0,10	—	—	8,26
Humussaures Ammoniak	—	—	—	1,06
Kohlensaurer Kalk	—	—	—	1,65
Kohlensaures Ammoniak Unbestimmte organische Stoffe	22,72	32,3	—	0,80
Wasser	—	—	—	4,31
In Salpetersäure unlöslicher Rückstand	5,80	4,7	30,9	1,68
	99,87	100,0	99,8	100,00

Zusammensetzung von Peruguano nach Th. Way.

(Journal of the Royal Agricult. Soc. of Engl. Vol. XVI, P. II. p. 545.)

Way analysirte 78 verschiedene Proben von Peruguano; die nachfolgenden Angaben sind diesen Analysen entnommen.

100 Theile Peruguano enthielten:

	Niedrigster Gehalt.	Mittler*) Gehalt.	Höchster Gehalt.
Wasser	6,60	13,67	21,42
Organische Stoffe und Ammoniaksalze	45,17	52,05	59,80
Phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia	11,07	22,78	28,65
Alkalische Salze	3,40	9,67	16 84
Sand	0,53	1,83	9,78
Phosphorsäure in den alkalischen Salzen	1,04	3,34	6,21
Stickstoff	11,17	13,61	17,08
Stickstoff als Ammoniak berechnet	13,56	16,52	20,75

*) Mittel aus 78 Analysen.

Guano von den Inseln des stillen Oceans.

	Zusammensetzung des Backer-Guano.	Jarvis-Guano.
Phosphorsäure	40,270	17,601
Magnesia	2,207	0,568
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,126	0,160
Kalk	43,379	34,839
Schwefelsäure	0,941	27,021
Chlor	0,132	0,203
Kali	0,171	0,456
Natron	0,676	0,332
Ammoniak	0,068	0,039
Salpetersäure	0,451	0,313
Organische Substanz: Stickstoff	0,862	0,534
Organische Substanz: Kohlenstoff	3,096	2,458
Organische Substanz: Wasser- u. Sauerstoff	3,800	3,000
Sand (unlöslich)	0,009	0,273
Wasserverlust bei 100°	3,945	12,118
	100,133	99,915

oder:

	Backer-Guano.	Jarvis-Guano.	
Phosphorsaurer Kalk $PO_5 . 3 CaO$	78,798	$PO_5 . 3 CaO$ 17,397 $PO_5 . 2 CaO$ 16,026	33,43
Phosphorsaure Magnesia	6,125	1,241	
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,126	0,160	
Schwefelsaurer Kalk	0,134	44,549	
Schwefelsaures Kali, Natron, Chlor, organische Materie und Wasser	14,950	20,896	
	100,133	99,915	

Südamerikanischer Guano. Analysen dreier Sorten von Denham Smith.

(Annal. der Chem. und Pharm. Bd. LII, S. 44.)

1000 Theile Guano enthalten:

	in kaltem Wasser lösliche Bestandtheile.				
	I.		II.		III.
Wasser	222,00	215,10	204,20	106,66	77,00
Schwefelsaures Kali	80,00	—	—	—	—
Schwefelsaures Natron	Spur	37,90	239,44	12,23	191,77
Phosphorsaures Kali	—	20,02	77,32	14,94	49,47
Phosphorsaures Natron	—	—	—	—	3,60
Phosphorsaures Ammoniak	63,3	30,06	61,24	—	—
Phosphorsaurer Kalk	—	12,56 *	—	—	—
Phosphors. Magnesia-Ammoniak	—	—	—	—	—
Phosphorsaure Magnesia	—	—	—	—	—
Oxalsaures Ammoniak	74,0	100,38	93,9	Spur	—
Oxalsaures Natron	—	—	—	—	105,63
Oxalsaurer Kalk	—	—	—	—	—
Chlorkalium	—	—	—	—	41,63
Chlornatrium	—	—	29,22	9,50	286,31
Chlorammonium	25,5	35,22	—	4,43	30,30
Harnsäure	—	—	—	—	—
Harnsaures Ammoniak	—	—	—	—	—
Organische Materie	15,00	61,74	6,68	2,40	25,53
Humus	—	—	—	—	—
Sand 2c.	—	—	—	—	—

*) Vorzugsweise durch organische Substanz in Lösung erhalten, übrigens hatte die Auflösung eine schwach saure Reaction.

Zusammensetzung der Knochen.

1. Analysen von Heintz.

(Pogg. Annal. Bd. LXXVI, S. 267.)

Zusammensetzung der Knochenasche:

	Ochsenknochen.	Hammelknochen.	Menschenknochen. I.	Menschenknochen. II.
$CO_2 . CaO$ . .	10,07	9,42	9,06	9,19
$PO_5 . 3 MgO$.	2,98	2,15	1,75	1,74
$PO_5 . 3 CaO$.	83,07	84,39	85,62	85,85
Ca Fl	3,88	4,05	3,57	3,24
	100	100	100	100
Organische Substanz in 100 Theilen Knochen	30,58	26,54	30,47	31,11

2. Analysen von käuflichem Knochenmehl nach Lehmann.

Dr. J. Lehmann untersuchte zwei Sorten gedämpftes Knochenmehl der Fabrik Heufeld (Bayern) mit folgenden Resultaten:

	Feinstes. I.	Feines. II.
Kalk	31,34	31,31
Bittererde	0,70	0,71
Phosphorsäure	25,67	25,56
Kohlensäure	2,20	2,29
Organische Substanz . . .	34,43	34,44
Wasser	4,71	4,82
Sand ꝛc.	0,95	0,87
	100	100
Stickstoff	4,40	4,40

Zusammensetzung ver-

I. II. III. IV. Aschen von bayerischem Torfe nach Zöller; V. Asche
Oberösterreich nach Ferstl; VII. Asche von Torf aus Holland;
und XI. Asche von amerikani-

100 Theile Torf-

	I.	II.	III.
Kali	1,928	1,04	1,41
Natron	0,954	0,22	0,76
Magnesia	2,660	0,90	0,86
Kalk	31,470	10,45	6,72
Schwefelsaurer Kalk	—	—	—
Eisenoxyd, Thonerde	13,250	21,23	14,84
Phosphorsäure	0,960	2,07	0,73
Schwefelsäure	2,058	1,14	1,87
Kieselsäure	7,910	21,18	14,45
Chlornatrium	0,568 *)	0,37 *)	0,48 *)
Sand, Thon, Kohlensäure 2c.	38,242	39,30	57,00
	100,000	100,00	100,00
100 Theile getrockneter Torf enthielten Asche	7,60	12,80	—
100 Theile getrockneter Torf enthielten Stickstoff	3,15	2,97	—
100 Theile lufttrockener Torf enthielten Wasser	20,83	17,26	—

*) Chlor. **) mit 1,1 Kochsalz. ***) Phosphorsäurehaltig.

schiedener Torfaschen.

von Lüneburger Torf nach Henneberg; VI. Asche von Torf aus VIII. und IX. von solchem aus Schottland nach Andersen; X. schem Torfe nach Johnson.

asche enthielten:

IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
1,16	1,5 **)	0,56	1,49	0,74	0,46	0,69	0,80
0,59		0,65	1,17	0,99	—	0,58	—
0,44	0,7	1,37	4,57	0,40	—	6,06	4,92
3,22	9,7	15,32	11,75	1,18	1,31	40,52	35,59
—	19,1	—	—	—	—	—	—
5,80	25,2***)	8,76	5,33	30,72††)	12,54	5,17	9,08
		14,73	2,98	—	1,85		
0,48	—	1,07	Spuren	—	Spuren	0,50	0,77
0,85	—	2,59	9,77	5,52	2,02	5,52	10,41
11,96	6,0	45,56	9,86	—	81,61	8,23	1,40
0,35 *)	—	—	1,50	—	0,13	0,15*)	0,43*)
74,56	37,8	10,08†)	51,57	60,62	—	31,71	37,32
100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,92	99,13	100,74
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

†) Kohlensäure. ††) nebst Eisenoxydul.

Register des ersten Bandes.

(Die liegenden Zahlen geben die Seiten der Einleitung an.)

A.

Abbrennen der Nadelhölzer, ein Mittel zur Fruchtbarmachung des Bodens 169.

Absorptionsvermögen des Bodens für pflanzliche Nährstoffe, Entdeckung desselben durch Thompson und Way *71*; Beziehung zur Unwirksamkeit des Mineraldüngers *71*; zur Nahrungsaufnahme durch die Pflanzen *71*; jeder Boden hat ein ihm eigenes 134; des Bodens von was abhängig 131.

Acker, warum er nach und nach die Fähigkeit verliert, eine Frucht zu tragen, und über die Mittel, sie ihm zu erhalten 180 ff.

Ackerbau, englischer, sein Betrieb ohne wissenschaftliche Grundlage *85*; und die Geschichte *86* ff.; in Rom, sein Verfall, geschichtliche Darstellung *93* ff.; in Griechenland, dessen Verfall *96*; desgleichen in Spanien *104*; in Nordamerika *108*; in Europa *113*; in England *126*; in Bayern *129*; die Jagd- und Viehzucht geht dem Ackerbau naturgemäß voraus, Anmerk. *106*; derselbe in China und Japan im Gegensatze zum europäischen *110* ff.; des vorigen Jahrhunderts in Deutschland, nach Schubert *113*; nachtheilige Folgen seines jetzigen Betriebes *126*; Beispiel: der englische und bayerische Ackerbau *127* ff.; Wirkung der Ausfuhr der Bodenerzeugnisse auf ihn *124*; seine Ausbildung zur Raubwirthschaft *124*; Läuterung der Vorstellungen Ackerbautreibender durch die Naturwissenschaften *139*; Arbeit, ihre Wirkung auf ihn bezüglich der Erzeugung seiner Producte *140*; und Nationalökonomie *135* ff.; er ist die Quelle des Reichthums eines Landes *136*; die Leistungen der Nationalökonomie auf diesem Gebiete *136*; Grundsätze des deutschen *112*. — Principien 251; in China, seine Erfolge 261; seine Mittel, um den Kohlenstoff in den Pflanzen zu verdichten 226; seine Aufgabe bezüglich der Erzeugung thierischer Nahrungsmittel 280.

Ackerboden, Kohlensäuregehalt der darin eingeschlossenen Luft 38 (s. Ackererde und Boden).

Ackererde, enthält schwefelsaure Salze 87; Ursprung 114. 130; Gehalt an Eisenoxyd 116; ihr Verhalten gegen pflanzliche Nährstoffe 130 bis 137; sie hält die Nährstoffe fest 130; Regenwasser entzieht ihr beim Durch-

gehen kein Kali, Kieselsäure, Ammoniak, Phosphorsäure 130; sie entzieht diese Stoffe einer mit ihr in Berührung kommenden wässerigen Lösung derselben 131; sie absorbirt kieselsaures Kali 131; phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Bittererde und phosphorsaure Ammoniak-Bittererde 131; sie absorbirt nur geringe Mengen von Natron, kein Chlor, Schwefelsäure und Salpetersäure 132; sie entzieht der gefaulten Gülle, dem Guanoauszuge das Kali, Ammoniak und die Phosphorsäure 133; ihr Aufsaugungsvermögen, worauf es beruht 132; jede Ackererde besitzt ein ihr eigenes Absorptionsvermögen 134; Verhalten einer an organischen Stoffen reichen Ackererde gegen kieselsaures Kali 134; enthält keine Humussäure 140; Veränderungen, die der Thon derselben erleidet 129; Entstehung 161 ff.; Abstammung ihres Thons, ihrer anderen Bestandtheile 161ff.; ihr Gehalt an Kali 163; an alkalischen Erden und Kieselsäure 165; an Phosphaten 171; künstliche, ihre Zusammensetzung 331; Wachsthum verschiedener Pflanzen in ihr 332; Avena sativa 333; Hordeum vulgare 333; Nicotiana Tabacum 334; Polygonum Fagopyrum 334; Trifolium pratense 335; Vicia sativa 332. (vergl. Boden und Ackerkrume).

Ackerkrume, Wirkung des gebrannten Kalkes 187; ihr Reicherwerden an den krauterzeugenden Bestandtheilen, daher die vorzugsweise Wirkung phosphorsäurereicher Düngemittel 298 (vergl. Boden und Ackererde).

Adular, Verhalten zu Salzsäure 123.

Aepfelsäure, Bildung 49; ihre Beziehung zur Oxalsäure 49; Umwandlung der Aepfelsäure in Maleïnsäure und Fumarsäure 49; Beziehung zur Zuckerentstehung 50; in den reifen Trauben enthalten 51.

Agave, amerikanische, Sauerstoffverbrauch 30.

Agricultur, Grundsätze derselben 224 (vergl. Ackerbau).

Agriculturgesellschaft, englische, ihre Parteistellung *65*.

Ahornsaft, wodurch er seinen Zucker verliert 146.

Ahornzucker enthält Ammoniak 66. 67; seine Bildung im Stamme 150.

Alaun, Bildung 164.

Albit, Verhalten zu Salzsäure 123; Zusammensetzung 121; Natrongehalt 162.

Albumin, ein schwefelhaltiger Bestandtheil des Blutes 84; Vorkommen in den Pflanzen 201.

Alkalien, fixe, ihre wechselnde Menge in den Aschen, welche Saussure untersuchte, sein Schluß über die Bedeutung derselben für die Pflanzen *19*; Sprengel's Ansicht, deren Stütze *20*; thätig bei der Bildung der verschiedenen Modificationen des Humus 7; fördern die Löslichkeit der Humussäure 11; von den verschiedenen sind verschiedene Mengen zur Sättigung der Schwefelsäure nöthig 95 u. 96 Anmerk.; phosphorsaure, im Samen 92; Gehalt der kleinen Blätter und Zweige 107; treten durch die Wurzeln in die Pflanzen 113; phosphorsaure, den Getreidearten unentbehrlich 108; eine Ursache der Fruchtbarkeit des Thones 163. 165; alkalireiche Pflanzen 169; die Menge und Form, in welcher sie in verschiedenen Feldern vorkommen 185; kommen überall in den Pflanzen vor, in denen Kohlenhydrate gebildet werden 197; ihre Bedeutung 197 ff.; 199 ff.

Ammoniak, Verbrennen *17*; beständiger Bestandtheil der Luft und atmosphärischer Niederschläge, Bedeutung für die Pflanzen *18*; nach Saussure kein pflanzlicher Nährstoff *18*; Schleiden's Bemerkung *19*; hat keine vorzugsweise Bedeutung als pflanzlicher Nahrungsstoff *33* ff.; der Gehalt des Bodens und der Luft für alle Zwecke der Cultur ausreichend *34*; vernunftgemäße Benutzung dieser Quelle von Seiten der Landwirthe; Erfolg *37*. *38*; Ertragssteigerung durch dasselbe bei den Versuchen von Lawes,

Grund *39*; die Fruchtbarkeit des Bodens ist nicht von der künstlichen Zufuhr desselben abhängig, in solchem Falle Fortschritte in der Landwirthschaft unmöglich, Production begrenzt *42*. *44*; zweckmäßigere Verwendung der thierischen Stoffe statt des daraus gewonnenen Ammoniaks *43*; von der Ammoniakzufuhr das Productionsvermögen des Bodens abhängig, nach Lawes *44*; Kritik dieser Ansicht mit Zugrundelegung der Lawes'schen Versuche *46*. *47*; Grund der Lawes'schen Empfehlung der Ammoniakdünger *47*; Vorstellungen von Lawes über das Verhalten der Culturpflanzen gegen das zugeführte Ammoniak *48*; die Chemie rechnet es zu den anorganischen Stoffen *61*; es wird vom Boden festgehalten und so seine Weiterverbreitung im Boden gehindert *72*. 130. 131; Erzeugung von salpetrigsaurem und salpetersaurem Ammoniak nach Schönbein *72* ff.; in der Humussäure 8; Einfluß bei Bildung verschiedener Pflanzenstoffe 66; Product der Fäulniß 57 ff.; ist die Quelle des Stickstoffs in den Pflanzen 55; Verbindungen, die es mit anderen Stoffen bildet 55; Gehalt der atmosphärischen Niederschläge, Untersuchung von Boussingault, Bineau, Barral 59. 66; der Luft 63; Ursache der Weichheit des Regenwassers 65; ameisensaures, Umwandlung in Blausäure 56; sein Verhalten gegen Cyansäure, Senföl, Bittermandelöl, gegen Farbstoffe 56; der Atmosphäre, die Quelle des Stickstoffs in den Pflanzen 81; Product der Fäulniß 58. 74 ff.; Vorkommen im Thon und Eisen 79; schwefelsaures, zur Assimilation am geeignetsten 87; dem Getreide und Gemüse unentbehrlich 108; Grund seines Vorkommens in der Borsäure 110; seine Abstammung 110; salzsaures, im Abdampfrückstande des Meerwassers 113 Anmerk.; Entwickelung aus dem Urin 254; Menge in der Atmosphäre 263, zur Zeit des Sommers 275; seine Vermehrung in Luft und Boden zur Zeit des vermehrten Bedarfes der Pflanze, Wirkung 273; seine Wirkung auf die Vergrößerung der pflanzlichen Aufnahmsorgane 274; wann seine Zufuhr nützlich 275; Erfolge seiner Zuführung bei Pflanzen von verschieden langer Vegetationszeit 277. 279; die Wirkung des zugeführten hängt ab von den im Boden vorhandenen Stoffen, die seine Organischwerdung vermitteln 282. 283. 285; warum das Ammoniak im thierischen Dünger besser wirkt 283; seine Wirkung auf die Kornbestandtheile des Bodens 284; wann es der Landwirth zukaufen soll 286; ist absorbirt im Boden enthalten 286; seine Anhäufung im Boden 286; seine Salze für sich und im Guano, deren verschiedene Wirksamkeit 291; die Quellen desselben 303 bis 328; bildet sich nicht aus dem Wasserstoff im Moment seines Freiwerdens und dem Stickstoffe der Luft 306 ff.; die Versuche von Will und Varrentrapp 308. 309; seine Condensation aus der Atmosphäre durch die Flächenanziehung vieler Körper 309 ff; Versuche von Faraday 309 ff.; sein Vorkommen und Abstammung in vielen Mineralien 308 ff.; seine Bildung aus Salpetersäure bei reducirenden Processen 314 ff.; als Quelle der Salpetersäurebildung 315; als erste Quelle des Stickstoffs für alle Pflanzen 320; seine Anhäufung im Boden, durch was sie bedingt 321; Gehalt der Borsäure an Ammoniak; Stickstoffbor und Wasserdämpfe 321; Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak bei Oxydationsvorgängen in der Luft 322 ff.; seine Rückbildung aus Salpetersäure 325.

Amylon, sauerstoffhaltig 6; seine Ablagerung in den Pflanzenorganen als Reservenahrung; seine Verwendung beim Wachsthumsproceß 146. 147; Bildungsproceß 187; Bedingungen der Bildung 184. 186; Gehalt der Kartoffeln 182; Vorkommen in Pflanzen 182.

Anderson, Aschenanalysen von Torf 436 und 437.

Analysen der Fichtenasche nach Saussure 97; der Tannenasche nach Berthier 98; des Basalts nach Löwe 124; der Feldspathe 121; des

Geyserwassers 121; des Phonolith 123; des Thonschiefers nach Frick 124; der Porzellanerde 127; von Dammerde nach Saussure 143 Anm.; der Asche des Blutes verschiedener Thiere, von Samen, Knollen und Kraut 203 u. 204; von Kiesel=, Kalk= und Kalipflanzen 213; der Asche von Tannenholz und Rinde 232; der Heuasche nach Haidlen 242; der Aschen verschiedener im Sand und künstlichem Boden gewachsener Pflanzen 336; der Aschen verschiedener Pflanzen und Pflanzentheile 342 bis 419; der Aschen menschlicher Excremente 420; von Thierexcrementen 421; der Kuhkothasche 422; des Harns von Pferden, Kühen und Schweinen 422; des frischen und verrotteten Stalldüngers 423; der Mistjauche 430; verschiedener Sorten Guano 431; der Knochen 435; verschiedener Torfaschen 436 und 437.

Anorganische Bestandtheile; Natur, Quelle der Pflanzennahrung 3; der Vegetabilien 91 ff., 342 bis 419 (vergl. Aschenbestandtheile).

Anorthit, Zusammensetzung 121.

Apatit, Vorkommen 170; als Grundlage der thierischen Knochen 247.

Apophyllit, Formel 128 Anm.

Arbeit, Art und Weise ihres Einflusses auf den Feldbau und die Erzeugung der Feldfrüchte *140*; mechanische, kann die Verarmung der Felder nicht aufhalten *143*; die mechanische Arbeit, welche der Stallmist und die Drainirung auf dem Felde verrichten *143. 144*; die Ertragssteigerung der Felder durch mechanische, Gesetz nach J. St. Mill *144*; Futterbau, seine Arbeitsleistung *145*.

Arsen, Wirkung auf die Pflanzen 77 Anm.

Asche, vegetabilische, Entstehung von Kali und Kalk in derselben nach Voigt *137*; enthält Metalloxyde 5; Mengen verschiedener Holzarten 107; als Mittel, unfruchtbaren Boden fruchtbar zu machen 106; lösliche und unlösliche Theile 212; des Tannenholzes und der Rinde 232; von Braunkohle und Torf als Dünger 250; Zusammensetzung verschiedener 342 ff. (vergl. Analyse).

Aschenbestandtheile der Pflanzen sind nicht zufällig, sondern Nahrungsmittel derselben *9*; Sprengel's Ansicht über ihre Nothwendigkeit, worauf er sie gründete *20*; auf was sie gegründet werden muß *21*; Gehalt thierischer Substanzen daran, ihre Bildung findet ohne sie nicht statt 193; Bedingungen des Organischwerden der Kohlensäure in den Pflanzen 266; Gehalt einer Kornmittelernte daran 292; eines Ochsen 292. Menge derselben in den Ausleerungen von einer Million Menschen 292; der in reinem Sande und künstlicher Ackererde gewachsenen Pflanzen 336; verschiedener Pflanzen und Pflanzentheile, der Excremente der Menschen und Thiere, des Stalldüngers, der Mistjauche, des Guano, der Knochen und verschiedener Torfaschen vergl. die Tabellen des Anhanges 342 ff.

Aschendüngung, Wichtigkeit 246; Verwendbarkeit der einzelnen Aschenarten hierzu 247.

Aschengehalt und Bestandtheile verschiedener Rinden 232; verschiedener Pflanzen und Pflanzentheile 210. 211. 342.

Assimilationsproceß der Pflanzen 49.

Athmungsproceß des Menschen, wieviel Sauerstoff in 24 Stunden verbraucht wird 18; der Thiere 236.

Atmosphäre, Ammoniak constanter Bestandtheil derselben *18*; Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak aus dem Stickstoffe derselben *144*. 322 ff.; die Quelle des zur Nahrung der Vegetabilien nöthigen Kohlenstoffes 16; Höhe derselben, Volum, Sauerstoff= und Kohlensäuregehalt 18 Anm.; Gewicht, Kohlenstoffgehalt 23; der Urwelt und Jetztzeit 26; Quelle des Stickstoffgehaltes der Pflanzen 58. 264; enthält die luftförmigen pflanz=

lichen Nährstoffe 263; ihre Unerschöpflichkeit an denselben, Grund 264. ist in beständiger Bewegung 264; ihr Ammoniakgehalt im Sommer 275.
Auflockerung des Bodens, Nutzen für die Pflanzen 39.
Augit, Bestandtheile 124.
Augustsaft der Gewächse 145.
Avena sativa, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 333, die Aschenbestandtheile desselben 336.

B.

Bäume, Verhalten beim Eintritt des Augustsaftes 145.
Baker, Fruchtbarmachen eines sterilen Thons durch Brennen 189.
Bakerguano, Analyse 433.
Barral, Salpetersäure- und Ammoniakgehalt der atmosphärischen Niederschläge 61 ff.
Basalt, als Wiesenboden 105; enthält Eisenoxydul 116; sein Natron- und Kaligehalt 162; enthält phosphorsauren Kalk 172; ammoniakhaltig 308.
Basaltboden zu Wiesen 105.
Basen, organische, Definition 5; alkalische in den Pflanzen 93; vertreten sich einander 94; nöthig für die Pflanzen 93. 94; ohne ihre Mitwirkung würden sich die Säuren nicht in Kohlenhydrate verwandeln 94; finden sich als pflanzensaure in allen Theilen der Pflanze 99; Menge in der Pflanze, von was sie abhängt 99; organische, ihr Vorkommen in den Pflanzen 101.
Baumrinde, Bestandtheile nach Berzelius 27.
Bayern, die Mittelernten seiner Felder *129*; seine Production und Consumtion *131*; seine Knochenausfuhr *130*; seine Kornausfuhr und sein Düngerverlust der Fruchtbarkeit der Felder gegenüber *131. 133.*
Bearbeitung s. Arbeit.
Bergkrystall, reine Kieselsäure 117.
Bergwerke in Südamerika, Ernährung der Arbeiter daselbst 194.
Bertels, Analyse eines Guano von Liverpool 431.
Berthier, über Aschengehalt des Tannenholzes 11; Analyse der Tannenasche 98; über die Asche von Farrnkraut 211; Gehalt verschiedener Aschen an pflanzlichen Nährstoffen 247.
Berzelius, Ansicht über die Quelle des Stickstoffs für die Pflanzen Anm. 54; über den Phosphorsäuregehalt des Karlsbader Sprudels 171; Gehalt der Knochen an phosphorsauren Salzen 248; südamerikanische Eisenerze geben beim Erhitzen ammoniakalisches Wasser 305.
Betrieb, landwirthschaftlicher, seine Aehnlichkeit mit dem industriellen *148.*
Bevölkerung, ihr Bestand abhängig von der Erhaltung der Fruchtbarkeit der Felder *95* ff.; die Wirkungen des Krieges und von Krankheiten auf ihre Verminderung sind vorübergehend *95. 97;* die ländliche, ihre Bedeutung im Staate *100;* Pflichten der Staatsregierungen ihr gegenüber *100;* ihre Abnahme und Ausrottung ist durch das Unfruchtbarwerden der Felder bedingt *109* ff.; Erhaltung der Fruchtbarkeit der Felder bedingt deren Dauer, Beisp. China und Japan *110*; Verminderung der Arbeitskraft und Ausbildung derselben durch Kartoffelnahrung *117* ff.; die Körpergröße ein Maß für die körperliche Ausbildung derselben Anm. *117*; Größeabnahme der männlichen in Europa *118* Anm.; des Zollvereins, ihre Zunahme, ihr Nahrungsbedürfniß *123* ff., die Gefahren für sie durch den jetzigen Ackerbaubetrieb *126. 127;* Bedingungen ihres Fortbestehens und ihrer Zunahme

134. 136; Folgen der Zerstörung dieser Bedingungen *134;* sie steht im Verhältniß zur Fruchtbarkeit des Bodens *141;* Beziehung ihrer Vermehrung zur Bodenverwitterung *149*; die wachsende, Einfluß auf die Rentabilität der Landwirthschaft *155*.
Biot, Versuche mit Hyacinthen 102.
Bineau, Ammoniak- und Salpetersäuregehalt der atmosphärischen Niederschläge 61 ff.; Gehalt der Luft an Ammoniak 64.
Birkensaft, enthält Ammoniak 67.
Bittererde, dem Getreide unentbehrlich 108; phosphorsaure im Getreide 172; Vorkommen der phosphorsauren 203; Gehalt verschiedener Pflanzen daran 213.
Bittererde-Ammoniak, phosphorsaure in der Kleie 92.
Blätter zersetzen die Kohlensäure und scheiden Sauerstoff aus 20; Menge des Kohlenstoffs, die sie aufnehmen 23; welche den meisten Sauerstoff einsaugen 29; grüne, absorbiren Sauerstoff 31; Färbung derselben vom Sauerstoff herrührend 30; Function derselben 41; Alkaligehalt 107; nehmen Kohlensäure auf 266.
Blausäure, Bildungsproceß 52.
Bleioxyd, essigsaures, bleibt nicht in den Pflanzen, die es aufgenommen haben 103.
Blindwerden des Glases, Ursache 120.
Blüthen enthalten Ammoniak 67.
Blut, Hauptbestandtheile sind schwefelhaltig 83; ihr Ursprung 86; als Quelle aller Bestandtheile des Thierkörpers 83; enthält phosphorsaure Alkalien 193; von Schweinen, Aschenanalyse 204; von Hühnern, Aschenanalyse 204; von Schafen, Ochsen, dessen Aschenzusammensetzung 203 Anm., von Hunden, Schweinen, Hühnern 204 Anm.
Blutasche, Zusammensetzung der von verschiedenen Thieren 203. 204.
Blutbestandtheile, schwefelhaltige, mit denen in den Pflanzensäften identisch 85 ff.; Bedingungen ihrer Bildung in Pflanzen 229; Bedeutung ihrer Mineralbestandtheile für den thierischen Ernährungsproceß 283.
Blutroth enthält Eisen 193.
Blutstein enthält Ammoniak 80.
Boden: ältere Ansichten über seine Fruchtbarkeit und Unfruchtbarkeit *1;* Wiederherstellung seiner Fruchtbarkeit durch Ausruhen und Stallmist *2;* je mehr Humus er enthält desto fruchtbarer *3;* seine Erschöpfung und Krankheit *4;* seine vermeintliche Unerschöpflichkeit *5;* Hinwegnahme der Aschenbestandtheile durch die Pflanzen vermindert seine Fruchtbarkeit *10;* die Macht des Landwirthes über sein Feld ist beschränkt *12;* der Gehalt der verschiedenen an Nährstoffen ist verschieden *37;* Ertragserhöhung durch einen ihm zugeführten Düngstoff zeigt eine bestimmte Beschaffenheit desselben an *53;* die Wirkung der Düngerarten überhaupt ist von der Bodenbeschaffenheit abhängig *54*; der Hauptfactor, von welchem der Ertrag abhängig ist *53*; ungleiche Beschaffenheit verschiedener bringt ungleiche Erträge hervor *53;* der von Rothamsted erlaubt keinen Schluß auf die Beschaffenheit irgend eines anderen *54;* derselbe Düngstoff bringt auf verschiedenen verschiedene Wirkungen hervor *54;* derselbe Nährstoff, an welchem das Feld reich ist, bringt bei seiner Zufuhr als Nährstoff keine Wirkung mehr hervor *55. 56;* sein Absorptionsvermögen für Nährstoffe nach Way und Thompson *71*; sein Verhalten in der Brachezeit gegenüber der Stickstoffnahrung *67. 68;* er muß die Pflanzennahrung enthalten, wenn die Arbeit des Landwirthes wirksam werden soll *140;* ein völlig erschöpfter wird von selbst nicht wieder fruchtbar *134;* die Dauer seiner Fruchtbarkeit nach der Ansicht der Nationalökonomen *137;* seine Fruchtbarkeit in

Beziehung zur Bevölkerung *141;* Wirkung der Brache und der mechanischen Bearbeitung auf ihn *141. 143;* der Drainirung *144. 145;* des Stallmistes *144. 146;* verwesender Stoffe *147;* Erträge des drainirten und mit Stallmist gedüngten *147;* wird durch diese Mittel früher erschöpft *148;* Form der Nährstoffe in demselben *149;* seine Erschöpfbarkeit an Pflanzennahrung, Ansicht der Wissenschaft und der Praxis *150;* sein Einfluß auf den Gehalt der Pflanzen an Metalloxyden 95; Beschaffenheit eines höchst fruchtbaren 164; fruchtbarer und unfruchtbarer 161; Mengen der Aschenbestandtheile, die ihm entzogen werden durch Pflanzen 210. 213 u. 214; Nutzen des Düngers 222; Nutzen der mechanischen und chemischen Bearbeitung 211; seine Fruchtbarkeit ist nicht an das Vorhandensein von Humus geknüpft 266; zwei Böden von gleichem Gehalte an Aschenbestandtheilen der Pflanzen, wie die Vermehrung der luftförmigen Nahrung auf einen vergleichsweise wirken würde 279; enthält kein freies Ammoniak 286; dessen Ansammlung im Boden 286; seine Nährstoffmenge beim Anbaue ein- und mehrjähriger Pflanzen 289; auf welchem die Guanodüngung sich vorzugsweise wirksam erweist 295; naturgesetzlicher Grund seiner Verarmung durch die Cultur 302.

Bodenertrag wovon abhängig und wie er vermehrt wird 265 ff.

Bodenkenntniß, für die Pflanzencultur wichtig 160; Nutzen derselben 167.

Bodenkraft, was man darunter verstand *2;* ihr Träger der Humus *2;* Erweckung derselben durch die landwirthschaftliche Kunst, da sie in jedem Boden ruht *3.*

Böttger, Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak beim Verbrennungsproceß 323.

Bohne, enthält phosphorsaure Alkalien 91; enthält Caseïn 196.

Borsäure, Fähigkeit der Verflüchtigung 109; Vorkommen 110; Ammoniakgehalt der rohen 321; Entstehung 321.

Bouillon-Lagrange, Gehalt des Seewassers an Kohlensäure 112.

Bouis, Ammoniakgehalt des Thons 80.

Boussingault, Kartoffelnahrung, ihre Wirkung auf Schweine *118* Anm.; Kohlensäuregehalt der im Ackerboden eingeschlossenen Luft 38; Ammoniak- und Salpetersäuregehalt der atmosphärischen Niederschläge 61 ff.; über die Bestandtheile des Guano 69; über Klebergehalt verschiedener Getreidearten 68; Gehalt der atmosphärischen Niederschläge an Ammoniak und Salpetersäure 61 ff.; über den Verlust des Bodens an Aschenbestandtheilen durch Pflanzen 210; Aschengehalt des Stallmistes 241; Gehalt der Nahrung und der Excremente des Pferdes an Asche 239; über das Kohlensäureauffsaugungsvermögen der Traubenblätter 267; Eisenerze geben beim Erhitzen ammoniakalisches Wasser 305; Salpetersäure wird von den Pflanzen assimilirt 318; Harnanalysen von Pferden, Kühen und Schweinen 422.

Brache, Verhalten des Feldes in derselben gegen die Stickstoffnahrung der Pflanzen *67. 68*; Vermehrung der Erträge durch das Brachen der Felder *141*; auf was sie beruht *145*; Definition 166; Nutzen 166 ff.; Begriff 183. 185; Wirkung 185.

Brachpflanzen zur Verbesserung des Bodens 234.

Brachrüben, Verlust des Bodens durch ihren Anbau 210.

Braconnot, Gehalt verschiedener Pflanzen an Aschenbestandtheilen 213; Felsarten, verschiedene geben beim Erhitzen ammoniakalisches Wasser 308.

Braunkohle, Darstellung der verschiedenen Modificationen des Humus aus 7; Kohlenstoffgehalt der daraus erhaltenen Humussäure 8; Menge des gebundenen Kohlenstoffs 25.

Braunkohlenasche, als Bodenverbesserungsmittel 190; als Düngmittel 250.

Brogniart, die Atmosphäre der Urwelt und Jetztzeit 26.
Brunnenwasser, Gehalt desselben an salpetersauren Salzen 315.
Buchenholzasche als Düngemittel 247.
Buchweizen, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 333; Aschenbestandtheile desselben 336.

C.

Cactus, Frucht als Nahrungsmittel, Anm. 45.
Cadet, Versuche mit Salsola Kali 100.
Caseïn, aus Ammoniak gebildet 66; vegetabilisches stammt vom Ammoniak 70; der Milch; zur Blutbildung dienlich; ist schwefelhaltig 84; in Pflanzen 196.
Cavendish, Salpetersäurebildung in feuchter Luft durch den elektrischen Funken 317.
Cementsteine, natürliche, Nutzen für Pflanzen 189 ff.
Cerealien, ihr Ertrag an Samen, von was abhängig 271; derselbe in feuchten und warmen Gegenden 276; Grund ihres Nichtgedeihens in einem Boden liegt nicht im Mangel an Stickstoffnahrung 278; Feld und Wiese, Vergleich ihrer Erträge in Beziehung auf die Zuführung des Stickstoffs 281; ihre Anforderungen an das Feld 298.
Chemie, als Wissenschaft, ihr Einfluß auf die Erforschung der Lebensbedingungen von Pflanzen und Thieren *9* ff.; ihre Operationen, was zu deren Ausführung gehört *22*; Pusey's Ansicht über den Einfluß derselben auf die Landwirthschaft *31*; die wissenschaftliche und angewandte in England *83—86*; organische Aufgabe 3.
Chevalier über den Ammoniakgehalt eisenhaltiger Mineralien 80.
Chilisalpeter, seine Wirksamkeit auf den Feldern, von was sie abhängt und wie sie zu beurtheilen ist 290.
China und Japan, die fortwährende Zunahme ihrer Bevölkerung *110*; der dortige Feldbau als Gegensatz des europäischen; eine vollkommene Ersatzleistung der dem Felde entzogenen pflanzlichen Nährstoffe ist die Grundlage der chinesischen Landwirthschaft *111*. 259 ff.
Chinasäure, Vorkommen 93; in allen Chinasorten 101.
Chinin, Ammoniak erforderlich zur Bildung 56. 66.
Chloritschiefer enthält phosphorsauren Kalk 171.
Chlorkohlenstoff, seine Bildung unter Lichteinfluß 155.
Chosset, Ernährungsversuche mit Tauben 194.
Citronensäure, ihre Umwandlung in Aconitsäure 49.
Citronöl, sauerstofffrei 6.
Clemm, Analyse des Nordseewassers 112; Seewasser enthält phosphorsauren Kalk 171.
Cook, über den Riesentang 328.
Cultur 137—178; Einfluß auf den Gesundheitszustand 25; Einfluß auf den Klebergehalt 68; Endzweck 159; Nothwendigkeit der Bodenkenntniß 160; in der Gegend von Neapel 166; des Bodens 189 ff.; Abweichung der Methoden nach dem Boden 180; rationelle, Principien 251 ff. (vergl. Ackerbau und Landwirthschaft).
Culturpflanzen, Bedingungen ihres Gedeihens 141; wie die Nahrung im Boden für sie wirksam gemacht wird 185 ff.; ihr Gehalt an Aschenbestandtheilen sehr verschieden 191; Eintheilung 212 ff. (vergl. Pflanzen).
Cyan, Einfluß des Ammoniaks auf seine Bildung 66.
Dammerde, Eigenschaft der daraus erhaltenen Humussäure 8; Bestandtheile 128.

Darmsteine der Pferde, Entstehung 92; Zusammensetzung 173.
Darwin, über das Verwittern von Felsen 114; über die Entdeckung von Silberminen 130 Anm.; über die Goldbergwerke in Chili 183; Ernährung der Bergleute in Südamerika 194 Anm.; über die Kartoffelpflanze Chilis 277.
Daubeny, Begießung der Pflanzen mit Strontianlösung, Erfolg 104.
Davy, Versuche über die Vegetation 35; über Gehalt des Weizens an Kleber 68; Versuche mit Kuhmist 74.
Demachy, über Salmiakerzeugung aus Mistjauche 253.
Denham Smith, die in Wasser löslichen Bestandtheile dreier Sorten amerikanischen Guano's 434.
Diastase, Wirkung bei der Zuckerbildung 149.
Drainirung, eine eigene Form mechanischer Arbeit bezüglich ihrer Wirkung auf den Boden *143* ff.; sie veranlaßt eine Bewegung der Lufttheilchen zu den Erdtheilchen *146;* ihre Wirkung auf die Erschöpfung des Feldes *148.*
Dunkelheit, Einfluß auf das Leben der Pflanzen 29.
Dünger, seine Menge, von was man deren Erzeugung abhängig glaubte *1;* Mangel an demselben, Grund liegt im Boden *9;* seine Eintheilung nach Lawes *32;* thierischer, seine vortheilhaftere Verwendung gegenüber dem aus ihm gewonnenen Ammoniak *48;* mineralischer, dessen Zufuhr hebt die Kleekrankheit nach Lawes nicht *50;* die Wirksamkeit desselben ist von der Beschaffenheit des Bodens abhängig, worauf er verwendet wird *53;* Dünger ist der ergänzende Factor beim Ertrage *53;* die gleichen Mengen der einzelnen Düngerarten bringen nicht eine gleiche ertragserhöhende Wirkung auf den verschiedenen Feldern hervor *54;* jeder Specialdünger erschöpft das Feld *63. 64;* der Düngerverlust in England *129;* Wirkung dieses Verlustes Anm. *128. 129;* Düngerverlust in Bayern der Fruchtbarkeit seiner Felder gegenüber; Größe des Verlustes *130* bis *132;* Düngereinfuhr aus anderen Ländern ist gleichbedeutend mit Getreideeinfuhr *134;* Gesetz seiner Zufuhr zu den Feldern *154;* Nothwendigkeit seiner Gewinnung in den Städten *156. 157;* nützt nicht durch seinen Kohlenstoff 16; animalischer, Einfluß auf den Klebergehalt der Getreide 69; wirkt durch seinen Ammoniakgehalt 69; bester für den Weinstock 107; wie er beschaffen sein muß 141; für schweren festen Thonboden 192; Erfolg 230; Vorzüge des alten vor dem frischen 245; Werth für die Agricultur 240; Werth der verschiedenen Arten 244; Grund ihrer Wirkung 239; muß sich nach den Pflanzen richten 257 ff.; von Braunkohlen und Torfasche 250; von Gyps 259; Harnsäure 254; menschliche Excremente 255 ff.; Kohlenpulver 258; Schwefelsäure 259; seine Beschaffenheit, wenn er wirksam auf das Pflanzenwachsthum sein soll 276; der Stickstoffgehalt desselben stammt immer aus der Luft 280; Erklärung der Wirkung der stickstoffhaltigen 281; in welcher Form er diese zuführt 281; die Zufuhr der rein stickstoffhaltigen erhöht die Fruchtbarkeit der Felder nicht 282; Grund der Wirksamkeit des Ammoniaks im thierischen 283; der thierische ist nicht ersetzbar durch eine seinem Stickstoffgehalte äquivalente Menge Ammoniak 290; die Wirkung der Specialdünger, Beurtheilung derselben nach dem Zustande, in welchem sie das Feld zurücklassen 290; bei Ermittelung seines Werthes kommt es auch auf die Nachwirkungen an, die seine Anwendung auf den Feldern hervorbringen 291 (vergl. Stallmist, Mineraldünger, Guano, Knochenmehl).
Dünger=Analysen 420 ff.
Düngung mit Asche, Wichtigkeit 246; mit Knochen, Wichtigkeit 248.

E.

Eggar, Untersuchung der Mistjauche 430.
Eiche, in welchem Boden noch gedeihend 106.
Eichenholz, frisches, Bestandtheile 31; Aschenmenge 105.
Eichenholzasche als Düngemittel 247.
Eier ohne harte Schale, Bildung 193.
Eisen, Bestandtheile des Blutrothes 193; Wasserdampf und Stickstoff über glühendes geleitet, es bildet sich kein Ammoniak 306.
Eisendraht, in schmelzendes Kalihydrat gebracht, es tritt Ammoniakentwickelung für kurze Zeit ein 311.
Eisenerze, geben beim Erhitzen ammoniakalisches Wasser 305, Ursprung des Ammoniaks 312.
Eisenoxyd, enthält Ammoniak absorbirt 79.
Eisenoxydul, Vorkommen in Felsarten 115; seine Wirkung auf die Verwitterung derselben 116; seine Wirkung auf die Fruchtbarkeit der Felder 116.
Eiweiß, vegetabilisches, erhält seinen Stickstoff vom Ammoniak 66. 68.
Elektrischer Funken bildet Salpetersäure beim Durchschlagen durch feuchte Luft 317.
England, Zustand der Naturwissenschaften daselbst *74* ff., der praktischen und theoretischen Chemie *83*; Guanoeinfuhr *120*. *127*; Knocheneinfuhr *127*; die durch die Düngereinfuhr erzeugten Kornwerthe *121*. *127*. *128*. 225; sein Raubbau *127* ff; die englische Landwirthschaft ernährt trotz der enormen Einfuhr an Düngstoffen die englische Bevölkerung nicht durch ihre eigene Kornerzeugung *129*; Verlust an Düngstoffen, ausgedrückt in Kornwerthen *128* Anm.; seine Einführung der Düngstoffe aus fremden Ländern, Rückwirkung auf diese *134*.
Entwickelung der Pflanzen, Bedingungen 6.
Equisetaceen, enthalten Kieselerde und Kali 105; wo sie am besten gedeihen 169.
Erbsen, enthalten phosphorsaure Alkalien 91; bester Boden für dieselben 108; krankhafte Ausschwitzungen 175; Aschenanalyse 204; enthalten Caseïn 196; Analyse der Asche 204; Keimen und Wachsen derselben in feuchtem Sande 207; Verlust des Bodens durch ihren Anbau 210. 214. 215.
Erbsenfelder, passender Dünger 244.
Erbsenstroh, Gehalt an Aschenbestandtheilen 213.
Erden, alkalische, ihre Nothwendigkeit oder zufällige Anwesenheit in den Pflanzen; Ansichten von Saussure und Sprengel *19*; ihre Bedeutung bei der Bildung stickstofffreier Stoffe in den Pflanzen 197 ff. 199 ff.
Ernte s. Ertrag.
Ersatz der pflanzlichen Nährstoffe, welche dem Boden durch die Ernten entzogen werden, muß geleistet werden zur Erhaltung seiner Fruchtbarkeit *34*. *151*. *152*; Art und Weise seiner Leistung *34*. *35*. *151*. *152*; es kommt auf den Nährstoffgehalt der verschiedenen Felder an *37*; durch ihn macht der Landwirth seine Erträge dauernd *149*; fortwährende Steigerung der Fruchtbarkeit der Felder durch genau geleisteten *153*.
Erträge der Felder, vermeintliche Abhängigkeit von der Geschicklichkeit des Menschen und dem Fruchtwechsel *2*, vom Humus *2*; deren Verhältniß zur Ammoniakzufuhr *44*; ihre Erhöhung durch Zuführung einzelner pflanzlicher Nährstoffe zeigt den Mangel solcher im Boden an *52*; verschiedene auf verschiedenen Feldern durch gleiche Mengen Dünger, Grund *54*; ihre Steigerung durch mechanische Arbeit, Gesetz, nach welchem sie erfolgt *144*;

ihre Erhöhung in der Brache *146;* der drainirten und mit Stallmist gedüngten Felder *147;* die Dauer derselben hängt von dem richtig geleisteten Ersatze der dem Boden entzogenen Bestandtheile ab *153;* Bedingungen reichlicher 187; wovon ihre Anzahl abhängig 230; ungleicher an Stroh und Korn, durch was bedingt 271; von was sie abhängig und unabhängig 265; Einfluß des Gypses, Mergels und der Asche auf sie 265; an stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheilen, je nach den Culturgewächsen 277; wie sie in Sachsen durch den Feldern gegebenen Guano gesteigert wurden 293.

Ertragsvermögen der Felder s. Fruchtbarkeit.

Esparsette zur Verbesserung des Bodens 225.

Espenrinde, reich an Stärke 145.

Excremente, thierische, ihre Wirkung auf das Pflanzenwachsthum *15;* Folgen ihres Verlustes *142;* ihre Aufsammlung in den Städten, Nothwendigkeit *156. 157*; feste enthalten weniger Stickstoff als die Speisen 70; feste sind weniger gute Düngemittel als flüssige 70; Stickstoffgehalt 69; Ursprung der flüssigen 72; der Pflanzen 151 ff.; thierische stammen von den Pflanzen 223; Bestimmung ihrer Quantität und Beschaffenheit aus dem Futter 242; haben dieselbe Zusammensetzung, wie das Futter 242 ff.; ersetzbar durch ihre Bestandtheile 242. 246; Werth und Wirkung der thierischen 235 ff.; Bestandtheile 237 ff.; der Pferde und Kühe, Aschengehalt 239; thierische, Wirkung auf die Felder 239; besitzen alle Bedingungen der Ernährung der Pflanzen 252; menschliche, ihre Menge und Werth 255; ihre hohe Werthschätzung in China 255. 259 ff.; thierische, in welchem Verhältnisse Stickstoff und Mineralbestandtheile enthalten sind 284. 288; warum man ihre Wirkung dem Stickstoffgehalte zuschrieb 287; Ermittelung ihres Stickstoffgehaltes gestattet einen Rückschluß auf ihren Gehalt an Aschenbestandtheilen 289; welche Mengen von 1 Million Menschen erhalten werden und wie viel Mineralbestandtheile darin 292; Bedeutung des Verlustes der menschlichen in den Städten 293; Aschenzusammensetzung der menschlichen und thierischen 420 (vgl. Dünger).

Excretionsprocesse der Pflanzen 231.

Extracte, pflanzliche enthalten Ammoniak 68.

Europa, Raubbau 110 ff.

F.

Fäulniß, Producte 57; Ammoniakbildung durch dieselbe 57. 66.

Faraday, Versuche über Ammoniakbildung 311 ff.

Farbstoffe, ihre Bildung in den Pflanzen 56.

Farrenkraut, Menge und Eigenschaften der Asche 211.

Fehling und Faist, Beziehungen zwischen Phosphorsäure und Stickstoff in den Samen 92.

Feldbau, Zweck der mechanischen Operationen 183; Nutzen der mechanischen Operationen 192 (vgl. Ackerbau und Landwirthschaft).

Felder, ihre Erträge, welche sie an stickstofffreien und stickstoffhaltigen Bestandtheilen liefern bei ihrem Bebauen mit verschiedenen Pflanzen 103 (vgl. Boden).

Feldspath, Analyse und chemische Formel 121; Bildung des Thons aus demselben 127; Kaligehalt 162; seine raschere Aufschließung 186.

Feldwirthschaft, Verschiedenheit von der Forstwirthschaft 75 (vgl. Landwirthschaft und Ackerbau).

Felsarten, ihre Verwitterung 114 ff.; viele enthalten Eisenoxydul 116.

Fensterglas, Bestandtheile 117.
Ferstl, Untersuchung von Torfasche 436.
Fett der Säugethiere beim Winterschlaf unterhält den Respirationsproceß 147.
Feuerbeständige Körper, Bedingungen ihrer Verflüchtigung 109.
Fibrin, ein schwefelhaltiger Bestandtheil des Blutes, Gewinnung, Eigenschaften 83.
Fichtenasche, Analysen verschiedener Sorten 97 ff.; ihr Werth als Dünger 247.
Fichtennadeln, Alkaligehalt 107.
Fichtenrinde, reich an Amylon 145.
Flechten, Säuren darin 93.
Flugsand unfruchtbar 192.
Fluorcalcium statt des phosphorsauren Kalkes in Knochen und Zähnen 173.
Flußsäure in Thier- und Menschenknochen 173.
Forchhammer, über die Entstehung des gelben Thons von Dänemark 126; über Zerlegung von Feldspath durch Wasser von 150°, 121.
Forstwirthschaft, Unterschied von der Feldwirthschaft 75; Aufgaben 158.
Fresenius, Aschenanalyse von Roggen und Erbsen 204; von Roggenstroh 213; Gehalt der Luft an Ammoniak 64.
Frick, Analyse des Thonschiefers 124.
Froschfleisch, Untersuchungen von Moleschott und Grohe *22.*
Früchte, Processe beim Reifen derselben 51; unreife enthalten Ammoniak 68.
Fruchtbarkeit des Bodens, ältere Ansicht über den Grund derselben und ihre Wiederherstellung *1;* ihre Verminderung durch die Entziehung der Aschenbestandtheile des Bodens *10;* ist nicht an die künstliche Zufuhr von Ammoniak geknüpft *42;* Meinung der Nationalökonomen über die Dauer derselben und von was sie abhängig *137;* die Bevölkerung eines Landes steht im Verhältniß zu ihr *141;* fortwährende Erhöhung derselben durch den regelmäßigen und vollständigen Ersatz der durch die Ernten entzogenen Bodenbestandtheile *153;* wodurch vernichtet oder bedingt 141. 302; Bedingungen 162.
Fruchtwechselwirthschaft, eigene Form von auf das Feld ausgeübter mechanischer Arbeit *143;* Art und Weise ihrer Wirkung auf das Feld *145. 146. 148* (vgl. Wechselwirthschaft).
Fuchs, über die Wirkung des Kalkes auf Thon 186.
Fumarsäure, Vorkommen 95.
Futter, sein Bau in seinem Einflusse auf die Mistmengen, Ansichten *4;* der Anbau der Futtergewächse wirkt auf den Boden wie mechanische Arbeit, die pflanzlichen Nährstoffe werden zur Bereicherung der Krume durch sie aus dem Untergrund geholt *145;* sein Einfluß auf die Beschaffenheit der thierischen Excremente 242; als Zuführungsmittel des Stickstoffs für den Getreidebau 280.

G.

Galle, ist reich an Alkalien und Schwefel 193; mineralische Bestandtheile 193.
Gallussäure, Umwandlung in Humus 7.
Gartenerde enthält schwefelsaure Salze 87; enthält keine Humussäure 140.
Gartenkresse, Keimen und Wachsen im feuchten Sande 207.
Gasterosteus aculeatus, Vorkommen in Soolkasten der Saline Salzhausen, sein Nichtvorkommen in Nauheim, Gründe 109.
Gebirge, ihre allmälige Zertrümmerung 114 ff.

Gebirgsarten, ihre Verwitterung 114 ff.; ihre Bestandtheile 116; Ursachen der Verwitterung 165 ff.
Geiserwasser, Analyse 121.
Gerste, Wachsthum im reinen Sande 207.
Gerstenstroh, Gehalt an Salzen 213.
Geschichte und Feldbau *86* ff.
Gesetzgebung, ihr Unvermögen gegenüber den Wirkungen eines Naturgesetzes *101*.
Gesundheitszustand der Gegenden durch Cultur bedingt 25.
Getreide, gedeiht nicht in reinem Humusboden, Grund 168; Phosphorsäuregehalt 170; Gehalt an phosphorsaurer Bittererde 173; welche Kali- und Kieselsäuremengen demselben verschiedene Felder liefern können und wie lange 185; Bestandtheile 196.
Getreidearten, Bedingungen ihres Gedeihens 108; Einfluß der Trockenheit auf die Ernte 174.
Getreidesamen, ihr Gehalt an stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffen 196.
Gewächse, immergrüne, ihre Aufnahme von Kohlensäure im Winter 196.
Gewicht der Atmosphäre 22; des Menschen, sein Gleichbleiben 72.
Glas, Zusammensetzung 117; in Wasser löslich 119; Ursache des Blindwerdens 120.
Gletscher, ihre mechanische Einwirkung auf die Felsen 114.
Gletschereis, sein Ammoniakgehalt 62.
Glimmer, Gehalt an Alkalien 161.
Glimmerschiefer enthält phosphorsauren Kalk 170.
Gmelin, Analyse des Phonolith 123.
Goldbergwerke in Chili nach Darwin 183. 184.
Goppelsröder, über Salpeterbildung 316; Umwandlung von Kalinitrat in Kalinitrit in humusreicher Erde 326.
Graeger, Bestimmung des Ammoniakgehaltes der Luft 64.
Granit, Bildung des Thons aus ihm 126.
Granitboden, welchen Bäumen zuträglich 105.
Grasarten, enthalten Kieselsäure und Kali 105; auf welchem Boden sie vorzugsweise gedeihen 105; Bedingungen ihres Gedeihens 108; Bodenbeschaffenheit, welche sie verlangen 169.
Grauwackeboden, passend zu Wiesen 106.
Griechenland, Raubbau *96*.
Griepenkerl, Aschenanalyse der Kartoffeln 203.
Grischow, Versuche über die Respiration der Pflanzen 28.
Grohe, Froschfleischuntersuchung *22*.
Guano, seine Anwendung und sein Einfluß auf die europäische Landwirthschaft *114*. *120*; seine Wirkung ausgedrückt in Kornwerthen *121*; Größe seiner Einfuhr in England, hierdurch hervorgebrachte Mehrerzeugung an Nahrungsmitteln für die Menschen *121*. *122*. *127*. *128*; noch vorhandene Vorräthe *121*; wie weit sie möglicherweise bei demselben Verbrauche noch reichen *122*; als Düngemittel 69 ff.; seine Abstammung 69; seine Bestandtheile 70; seine Wirksamkeit 284; warum man seine Wirkung dem Stickstoffgehalte desselben zuschrieb 287; Feststellung seines Düngerwerthes, wie er geschehen muß 290 ff.; Ermittelung seines Stickstoffgehaltes zur Ermittelung seines Werthes als Düngemittel 288 ff.; die Mehrerträge der Felder durch seine Zufuhr 293. 294; auf welchem Felde er vorzugsweise wirkt 295; seine Einfuhr in England *121*. 295; sein Verbrauch in Sachsen 296; Analysen verschiedener 431 ff.
Güterzerstückelung, ihr Einfluß auf die Erhaltung der Fruchtbarkeit der Felder 302.

Gummi, Bestandtheile 4; dient nicht zur Ernährung der Pflanzen 27; Bildung aus Amylon und Einfluß auf das Pflanzenwachsthum 146.
Gyps, als Reizmittel *3*; Bedeutung für die Landwirthschaft *8*; seine Anwendung zum Kleebau *113*; Folgen *114*. *116*; Wirkung auf die Vegetation 76 ff.; Beweis dafür 78; als Quelle des Schwefels in den Pflanzen 89; als Düngemittel 259; Einfluß auf den Ertrag 265.

H.

Haare als Dünger 252.
Hafer, Verlust des Bodens durch seinen Anbau 210; Wachsthum in reinem Sande 207.
Haferstroh, Gehalt an Salzen 213.
Haidlen, Analyse der Heuasche 242; der Kuhkothasche 422.
Harn, Bestandtheile 239; sein Werth als Dünger, Grund 252.
Harnanalysen 422.
Harnsäure als Düngemittel 252.
Harnstoff, Bildungsproceß 56; Veränderungen durch Fäulniß 69.
Hartig, Wirkungen des Augustsaftes 145.
Harze, Elemente derselben 5.
Haselnußstrauch, seine Asche als Dünger 247.
Herrmann, Eigenschaften verschiedener Arten von Humussäuren 8.
Heintz, Analyse der Aschen verschiedener Knochen 435.
Helianthus tuberosus, Gehalt an Salzen 213; Menge der Aschenbestandtheile, welche eine Ernte dem Boden entzieht 210. 214.
Henneberg, Analyse der Hühnerblutasche 204, von Torfasche 437.
Hertwig, der Salzgehalt verschiedener Pflanzen 213; Analyse der Rinde und des Holzes der Tannen 232.
Heu, Kohlenstoffgehalt nach Will 14 Anm.; sein Gehalt an kieselsaurem Kali 169; Aschenanalyse 242.
Heuasche, Analyse derselben 242.
Hippursäure, Vorkommen 70.
Holz, absorbirt Sauerstoff 31; Bildungshergang 46; wie der Wasserstoff im Holz enthalten ist 47; enthält die wenigsten Basen 93; Aschengehalt 232.
Holzarten, Bestandtheile verschiedener 32; Unterschied der Zusammensetzung von der reinen Holzfaser 32.
Holzfaser, Bestandtheile 2; sauerstoffhaltig 6; Darstellung der verschiedenen Modificationen des Humus aus Holzfaser 7; Bildung aus Humus 26; reine, Unterschied von den Holzarten 32; Bildung 46; wie der Wasserstoff in ihr enthalten ist 47; Ammoniakgehalt 309.
Holzkörper, durch die Blätter ernährt 42.
Honigthau, Entstehung 150.
Hordeum vulgare, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 333, Aschenbestandtheile 336.
Hornspänedünger, Einfluß auf den Weinstock 106.
Horsford, Ammoniakgehalt des Gletschereises 62, der Luft 63.
Hruschauer, über den Salzgehalt verschiedener Pflanzen 213.
Hünefeld, über den Ammoniakgehalt der Brunnen 65.
Humin, Definition 7. 8; Darstellung 7.
Humus, als Träger der Bodenkraft *2*; Begriff desselben *2*; durch Stallmist erzeugbar *3*; seine Beziehung zur Fruchtbarkeit des Bodens *3*; Bildungshergang 43; wie er zur Ernährung der Pflanzen beiträgt 44; Verwesungsproduct der Holzfaser 37; Grund der Fruchtbarkeit desselben 81; wie er

ferner sich auflöst, auf welche Weise er die Fruchtbarkeit des Bodens erhöhen kann 143; wohlthätige Wirkung auf die Pflanzen 266; die Fruchtbarkeit des Bodens ist von ihm unabhängig 266; er eröffnet durch seine Verwesung den Pflanzen eine künstliche Kohlensäurequelle im Boden 267; hierdurch wird die Bildung der Aufnahmsorgane der Pflanzen vermehrt 268 ff.
Humusboden, reiner, unfruchtbar für Getreide 168.
Humusextract, Thonerdehydrat entzieht ihm augenblicklich alle färbende Materie 162 Anm.
Humuskohle, Definition, Darstellung 7; Bildung 141.
Humussäure, Definition, Bildung 7; gewöhnliche Definition 8; Kohlenstoffgehalt derselben aus verschiedenen Substanzen erhalten 8; Eigenschaften nach Sprengel 10; Gehalt der Tannenholz- und Weizenstrohasche an Humussäure 12; Menge derselben, die in die Pflanzen unter günstigen Verhältnissen gelangen kann 13; in kranken Pflanzen 27; nicht löslich in Wasser 140; ihre Wirkung auf die Pflanzen 141.
Hungertod, Erscheinungen dabei 234.
Hyacinthen, weiße, wie sie roth gefärbt werden 102.
Hypothese, geistiges Bild des inneren Zusammenhanges der Erscheinungen *89*.

J.

Japan, s. China.
Jaquemars, Ammoniakgehalt der Poudrette 257.
Ingenhouß, über die Respiration der Pflanzen 28; die Schwefelsäure als Düngemittel 258.
Jod wird von den Meerespflanzen assimilirt 113.
Johnson, Torfaschen, Analysen derselben 437.
Italien, Raubbau, früherer *93* ff.
Jurakalk, Thongehalt 161.

K.

Kali, kohlensaures, geht mit kohlensaurem Kalk eine in Wasser schwerlösliche Verbindung ein *23*; Entstehung in den Pflanzen, in den Aschen *137*.
Kali, seine Vertretbarkeit durch Kalk und Natron, in welchen Pflanzen sie beobachtet wurde 100; kieselsaures, Vorkommen in Pflanzen 105; Bereitung des kieselsauren 117; kieselsaures, den Grasarten unentbehrlich 169; im Blute 193; wird vom Boden absorbirt 130. 131; verschiedener Mineralien 162. 163.
Kalifeldspath, Verhalten zu Salzsäure 123.
Kalipflanzen 213.
Kalisalze, Gehalt verschiedener Pflanzen 213 ff.
Kalk als Reizmittel *3*; seine Bedeutung für die Landwirthschaft 8; seine Entstehung im Pflanzenleibe und in den vegetabilischen Aschen *136. 137*; Kalk fördert die Löslichkeit der Humussäure 11; Menge desselben, die sich mit der Humussäure verbindet 12; humussaurer, Löslichkeitsverhältniß in Wasser 13; Vorkommen in Pflanzen 108; humussaurer, keine Bildung in Tropfsteinhöhlen 139; nicht löslich in Wasser 140; phosphorsaurer, wie er von den Pflanzen aufgenommen wird 172; phosphorsaurer, Vorkommen in der Natur 170. 171; Wirkung auf Thon 186; gebrannter, Wirkung auf die Ackererde 185; hydraulischer, Nutzen für die Pflanzen 188; Gehalt verschiedener Pflanzen 213 ff.; Kalk, phosphorsaurer, ein Knochenbestandtheil 225; Folgen seiner Ausfuhr 225; Einfluß des Kalkes auf den Ertrag 265.

Kalkboden, reiner, nicht für Wiesen geeignet 105, überhaupt unfruchtbar 161; für Weizen untauglich 168; für denselben verdünnte Schwefelsäure als Dünger 259.
Kalkfeldspath, Verhalten zu Salzsäure 123.
Kalkpflanzen 213.
Kalksteine, Bestandtheile, Verhalten beim Brennen 128.
Kaninchenmist, für welche Pflanzen vortheilhaft 244.
Kaolin, Entstehung 120. 126.
Kartoffeln, ihre Einführung dem Feldbaue und der Bevölkerung gegenüber *114. 119*; unvollständiges Nahrungsmittel, Versuche *117. 118* Anm.; Bildung von Solanin in den Keimen 101; enthalten Magnesia 108; Ursache der mehligen oder seifigen Beschaffenheit 153; Gehalt an fester Substanz, an Stärke 195; Aschenzusammensetzung 203; Bestandtheile 195; wieviel sie dem Boden entziehen 210; Gehalt an Salzen 213; in welcher Weise sie den Boden erschöpfen 299.
Kartoffelblüthe, Kaligehalt 101.
Kartoffelfelder, passender Dünger 244.
Kartoffelkraut, Aschenmenge 105; Gehalt an Salzen 213.
Keim, Bedingungen seiner Entwickelung 149.
Kemp, Gehalt der Luft an Ammoniak 64.
Kieselsäure, Vorkommen in den Pflanzen 105; Eigenschaften 117; Bildung von Hydrat, dessen Löslichkeit in Wasser, dessen Unlöslichwerden 118; doppelter chemischer Charakter 118; seine Absorption durch verschiedene Böden 130. 135; Gehalt verschiedener Pflanzen 213.
Kieselsäurepflanzen 213.
Klauen als Dünger 258.
Kleber, Bildung 66. 70; Gehalt verschiedener Getreidesorten 68.
Klee, Versuche von Lawes über Kleekrankheit *52*; bester Boden für denselben 108; Gehalt an Salpeter 213; Verlust des Bodens durch den Anbau 210; Untersuchung von ungleich entwickeltem 340.
Kleie enthält phosphorsaures Bittererde-Ammoniak 92.
Klingstein s. Phonolith.
Knochen, deren Einfuhr in England, ihre Wirksamkeit ausgedrückt in Kornwerthen *128*; Ausfuhr derselben aus Bayern *130*, Wirkung *131* ff.; fossile, enthalten Fluorcalcium 173; Nichtentwickelung derselben bei gewissem Futter 193; ihre Wirkung auf die Felder, ihre Ausfuhr 225; Aschenanalysen verschiedener 435.
Knochendüngung, Wichtigkeit 247; ihre Wirksamkeit, von was sie abhängt, Beurtheilung ihres Werthes 291.
Knochengallerte, Gehalt der Knochen daran 258; deren Stickstoffgehalt 258.
Knochenmehl, käufliches, Analysen 435.
Knop, Salpetersäure wird von den Pflanzen assimilirt 318.
Kochsalz, Nutzen bei der Verdauung 193.
Körpergewicht des Menschen, weshalb es sich gleichbleibt 235.
Kohlenhydrate, ihre Beziehungen zu einander 48, zu den Pflanzensäuren 50; ihre Heranbildung in der Pflanze 50 ff.; Bedeutung der Alkalien und alkalischen Erden für ihre Bildung 197.
Kohlenpulver als Düngemittel 80. 258.
Kohlensäure, im Dunkeln von den Pflanzen ausgeschieden 28; Menge derselben, die in einer gegebenen Zeit der Luft entzogen wird 23 Anm.; strömt im Winter nach den Tropen 23; wird durch Pflanzen zerlegt 20; Aushauchen derselben hängt mit dem Leben der Pflanze nicht zusammen 33; gebildet durch Auflockerung des Bodens 39; Kohlensäuregehalt der in der Ackererde enthal-

tenen Luft 38 Anm.; Gehalt der Luft und des Wassers an Kohlensäure 112; Einfluß auf Gebirgsarten 116; Wirkung auf Glas 120; Verhalten zu Wasserglas 120; bei der Zuckerbildung thätig 196; Zufuhr durch die Atmosphäre 263. 264 ff.; Blätter, Mengen in denselben 263; Aufnahmsorgane der Pflanzen für dieselbe 266; von was die Größe ihrer Aufnahme durch die Pflanzen abhängt 266 ff.

Kohlensäuregehalt der Luft 19. 263; der verschiedenen Luftschichten 24.

Kohlenstoff, Ursprung in den wildwachsenden und Culturpflanzen *15. 21*, Saussure's Ansicht *15*, die von Mulder und Moleschott *22*; rührt von der Kohlensäure der Luft her, Beweise *16*; als Bestandtheil aller Pflanzen 4; Ursprung und Assimilation in den Pflanzen 6; Quelle des in den Pflanzen vorkommenden 16; wieviel er beim Verbrennen Sauerstoff verzehrt 17; im Humus 26; Form des Vorkommens in der Atmosphäre 20; wird von den Pflanzen aufgenommen 20; Menge, welche die Pflanzen aufnehmen 23; geht aus den Pflanzen in den Boden zurück 43; Gehalt der aus verschiedenen Substanzen erhaltenen Humussäure an demselben, verschiedener Vegetabilien 14, der Atmosphäre 23.

Kolbe, Bildung von salpetriger Säure beim Verbrennen des Wasserstoffs 322.

Korkeichenrinde, Bestandtheile 232.

Korn, seine Ausfuhr, deren Einfluß auf den Reichthum eines Landes und die Fruchtbarkeit des Bodens *142*; Kohlenstoffgehalt 15; gedeiht nicht in reinem Humusboden 168.

Krautbildung, Einfluß der Ammoniaksalze auf sie 274.

Kreide, Verhalten zu Wasserglas 129; Gehalt an phosphorsaurem Kalk 171.

Krüger, die Pyrmonter Quelle enthält phosphorsaure Salze 171.

Krystallwasser in manchen Silicaten 122.

Küchengewächse, Einfluß zu reichlicher Düngung 175.

Kürbisse, krankhafte Ausschwitzungen 175.

Kuh, Ernährung mit Knollengewächsen, Erfolg 194; nachtheilige und zuträgliche Nahrung 194.

Kuhdünger, der beste Dünger für den Weinstock 107; für welche Pflanzen passend 244.

Kuhharn, Analyse 422.

Kuhkoth, Aschenanalyse 422.

Kuhlmann, Verhalten der Kreide zu Wasserglas 129; Einfluß der Ammoniaksalze auf die Krautbildung 274; Ammoniakbildung 313; über die Bildung von Ammoniak beim Zusammenbringen von Zinn und verdünnter Salpetersäure 326.

Kuhmist, frischer, Analyse 245.

L.

Labrador, Verhalten zu Salzsäure 123; Zusammensetzung 121.

Lackmus, Bildung 56.

Lactuca sativa, Gehalt des Saftes an Nitriten 327.

Länder, ihr Reichthum von der Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens abhängig *141*; Kornausfuhr, deren Wirkung; desgleichen Düngerausfuhr und Düngerverlust *142*.

Landwirthschaft vor 1840 *1* ff.; als Kunst *6. 7*; Musterbetrieb in Möglin *6*; ihre Forderung an die Naturwissenschaften *8*; nach 1840 *9* ff; Einfluß der Chemie auf dieselbe *9*; ihre Aufgabe *12*; ihre Ausübung von Naturgesetzen beherrscht, ihre Grundlage die Wissenschaft *12*; die Leistungen der Nationalökonomie auf diesem Gebiete *136*; Grundsätze und Aufgaben der-

selben 158; Definition 179; die Fragen der Kunst, die der Wissenschaft 180; Mittel, deren Beantwortung zu ermöglichen 180 ff. (vgl. Ackerbau).

Landwirthschaftsbetrieb, erhöhte Rentabilität gegen früher *154*; Grund *155*; jetziger, sein Erfolg auf die Felder 297. 298.

Langlois, über das Mannit der Linden 152.

Laubholz, beste Bodenbeschaffenheit dafür 168; warum auch auf Kalk- und Sandboden gedeihend 168.

Lauch, Schwefelgehalt 86.

Laurent, Gehalt des Meerwassers an Kohlensäure 112.

Lava, Zusammensetzung 124.

Lavaasche, Ursache der Fruchtbarkeit 164.

Lavoisier, Versuche über die Salzverflüchtigungen beim Verdampfen der Salpeterlaugen 111; über Löslichkeit von Glas in Wasser 119.

Lawes, Eintheilung der Dünger, ihre Beziehung zur Mineraltheorie *32*; Beweisführung für die Annahme von organischen und mineralischen Düngstoffen *38. 39*; seine Versuche, welche sowohl die vorwiegende Bedeutung des Ammoniaks als Düngstoff, als auch die Unrichtigkeit der Mineraltheorie beweisen sollten *38* ff.; Düngung mit Ammoniak und Ernte an organischem Stickstoff, Verhältniß *46*; Empfehlung des Ammoniaks als Düngemittel, Grund *47*; wie die Culturpflanzen und die wildwachsenden Pflanzen ihren Bedarf an Stickstoff decken *49. 50*; Kleeversuche, Schlüsse *51* ff.; welche Folgerungen aus seinen Versuchen gezogen werden können 54 ff. *56*; Art und Weise der Prüfung des Mineraldüngers *57*; seine Versuche bestätigen vollkommen die Mineraltheorie *61*; Zuzählung des Ammoniaks zu den organischen Stoffen *62*; Ziele, zu welchen seine Vorstellungen führten *62. 63*; Einfluß der Ammoniakdünger auf die Krautbildung 274; verschiedene ertragserhöhende Wirkung des Ammoniaks im Guano und in seinen Salzen 291.

Leben, organisches, die Bedingungen seiner Dauer *137*. 264; des Thieres, wovon abhängig 235.

Lebensproceß der Pflanzen ein Desoxydationsproceß 53.

Lehm, Aufschließung 188 ff.

Lehmann, Untersuchung von käuflichem Knochenmehl 435.

Leontodon taraxacum, Gehalt seines Saftes an Nitriten 327.

Lepidium sativum, Wachsthum in reinem Sande 207.

Letten, Kaligehalt 163.

Licht, Einfluß auf die Zerlegung der Kohlensäure in den Pflanzen 24. 29.

Linde, Bildung eines Zuckersaftes auf deren Blätter 194.

Lindenholz, Aschenmenge 105.

Linsen enthalten phosphorsaure Alkalien 92; enthalten Casein 196.

Löwe, Analyse des Basalts und der Lava 124.

Lüneburger Haide, Versuch sie zum Anbau von Getreide zu benutzen 106.

Luft, Sauerstoffgehalt 17, Kohlensäuregehalt 19; Kohlensäuregehalt der verschiedenen Schichten 25; Quellen desselben 19; durch Pflanzen verbessert 25; die im Ackerboden enthaltene, ihr Kohlensäuregehalt 38 Anm.; Menge des darin enthaltenen Wasserdampfes 59; in der Nähe des Meeres und der Gradirwerke enthält Salze 111. 112; Gehalt an Kohlenstoff 112; Bedingung des Pflanzenwachsthums 154; chemische Wirkungen derselben 154. 155 (vgl. Atmosphäre).

Lumpen als Dünger 258.

Luzerne zur Verbesserung des Bodens 234.

M.

Macaire Prinsep, Versuch mit essigsaurem Blei 103; über Stickstoffgehalt des Menschenharns 255.
Mais assimilirt Salpetersäure 319.
Maisstroh, Gehalt an Salzen 213.
Malaguti, Kohlenstoffgehalt der Humussäure 8; Verbindungsverhältniß des Kalkes mit Humussäure 12.
Mästung der Thiere, Verfahren 16.
Magensaft, seine freie Salzsäure stammt vom Kochsalze 193.
Magnesia, Vorkommen in den Pflanzen 108.
Magneteisenstein enthält phosphorsauren Kalk 171.
Mandeln, unreife enthalten Ammoniak 68.
Marcet, Analyse des Seewassers 111; der Salzrückstand des abgedampften Meerwassers liefert beim Erhitzen Salmiak 113 Anm.; über Stickstoffgehalt des Menschenharns 255.
Marshal Hall, Bildung von Eisenoxyd, Versuch 307.
Mayer, Beziehungen zwischen der Phosphorsäure und dem Stickstoffgehalte der Samen 92.
Meconsäure, Säure des Opiums 101; fehlt in manchem Opium und ist dann ersetzt durch Schwefelsäure 102.
Meerrettig, das flüchtige Oel desselben eine Schwefelverbindung 6; Schwefelgehalt 86.
Meerwasser, Bestandtheile 223.
Mensch, erste Lebensbedingungen desselben *91*; seine Beziehung zum Naturgesetze *92*.
Menschenharn, Düngemittel 69. 70; Stickstoffgehalt 255; Analyse 420.
Menschenkoth, Düngemittel 245; Analyse 420.
Mergel, als Reizmittel *3*; seine Wirksamkeit als Düngemittel, dieselbe nach dem Brennen 190; Einfluß auf den Ertrag 265.
Mesotyp, Verhalten zu Salzsäure 122.
Metalle, verschiedene von bestimmter Temperatur mit Wasser in Berührung veranlassen eine Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak 324.
Metalloxyde in den Pflanzen 5.
Meyen, Bildung der Pflanzensubstanzen aus Humus 26.
Meyer, Körpergröße der Conscribirten früher und jetzt *118*.
Milchzucker, Umwandlung in Humus 7.
Mill, J. St., Ertragssteigerung durch mechanische Bearbeitung des Feldes, Gesetz *144*.
Mineralbestandtheile des thierischen Körpers 193.
Mineraldünger, ein Nachtheil für die Ausbreitung der Mineraltheorie *26*; Geschichte desselben *27* ff.; leitende Grundsätze bei seiner Bereitung *27*; er enthielt alle Nährstoffe aber in schwerlöslicher Form *27*; Art und Weise der Prüfung seiner Wirksamkeit durch Lawes *57* ff.; Auffindung des Grundes seiner langsamen Wirkung *69. 70. 71.*
Mineralquellen, schwefelhaltige 86; Gehalt an phosphorsaurem Kalk 171.
Mineraltheorie, Geschichte derselben *14* ff.; Grundsätze *14* ff.; Pusey ihr Gegner *30. 41*; Lawes, Düngereintheilung in ihrer Beziehung zur Mineraltheorie *32*; sie fordert Ersatz für alle dem Felde fehlenden oder entzogenen Bestandtheile *34. 35*; Gleichwerthigkeit der pflanzlichen Nährstoffe, Lawes' Versuche dagegen, ihre Ergebnisse *38. 39. 40. 52*; Lehre der Mineraltheorie bezüglich der Stickstoffzufuhr verglichen mit der Lehre von La-

wes *42*; die Versuche von Lawes beweisen die Richtigkeit der Mineraltheorie *59*.
Mist für schweren festen Thonboden 191 (vgl. Stallmist).
Mistjauche zur Bereitung von Salmiak 253; Analysen 430.
Mitscherlich, über die Entstehung der Thonlager und des Trachyts 127; über Alaunbildung im Thone der jüngsten Bildungen 163.
Moder, Entstehung, Vorkommen 37.
Möglin als landwirthschaftlicher Musterbetrieb *6*.
Mohr, Versuch den Ställen ihren Geruch zu benehmen 254.
Moleschott, seine wissenschaftliche Bedeutung *21*; Untersuchung von Froschfleisch *22*; Ansicht über den Ursprung des Kohlenstoffs in den Pflanzen *22*.
Mollerat, Gehalt der Kartoffelblüthe an Kali 93.
Monheim, die Kaiserquelle zu Aachen enthält phosphorsaures Natron 171.
Moose, Bedingungen ihres Gedeihens 156.
Morphium, Einfluß des Ammoniaks auf seine Bildung 56. 66.
München, Fleischconsumtion 292.
Mulder, seine wissenschaftliche Bedeutung *21*; Ansicht über den Ursprung des Kohlenstoffs in den Pflanzen *22*; Proteïn-Untersuchung *24*. *25*; seine Parteistellung *25*; Eigenschaften verschiedener Arten von Humussäure 8.
Muskeln, ihr Schwefelgehalt; mineralische Bestandtheile 193.

N.

Nadelholz, Ursache des üppigeren Wachsthums 40.
Nährstoffe, pflanzliche, Nothwendigkeit ihrer Ersatzleistung dem Boden *11*; sie sind anorganischer Natur *14*; Aufzählung *14*; Lawes, Eintheilung derselben in organische und mineralische *38*. *39*; ihre Unzerstörlichkeit *141*; die Unbeweglichkeit der im Boden enthaltenen und die Nothwendigkeit ihrer Zufuhr *141*; Form der Nährstoffe im Boden *149*; das Regenwasser löst sie nicht bei seinem Durchgange durch den Boden auf 130; die Ackererde entzieht sie einer wässerigen Lösung 131; sie sind nicht in einer im Boden circulirenden Lösung vorhanden 135; sie werden von der Pflanzenwurzel in unmittelbarer Berührung mit den Bodentheilchen aufgenommen 135 ff.; die luftförmigen sind in der Atmosphäre enthalten, dem Boden sind sie von dieser nur geliehen 263; Aufnahme der den Stickstoff liefernden 267; ein unrichtiges Verhältniß derselben von der Pflanze aufgenommen, Wirkung 271; ihre Zufuhr zu dem Boden, nach was sie sich richtet 281.
Nahrungsentziehung, Folgen 235.
Nahrungsmittel als Bedingungen des Lebens der Pflanzen und Thiere 3; thierische, ihre Mehrerzeugung durch Guano *121*; Menge, welche der Mensch jährlich verbraucht *122*; Menge, um den Bedarf des Zollvereins zu decken *123*; Mittel zu ihrer Erzeugung *123*; eine Ausfuhr aus einem Lande ist nur dann möglich, wenn der Boden fruchtbar und die Bevölkerung dünn ist *125*.
Nationalökonomie und Landwirthschaft *133* ff.; ihre Meinung bezüglich der Dauer der Fruchtbarkeit der Felder *137*.
Natron im Blute 193.
Natronfeldspath, Verhalten zu Salzsäure 123.
Natrongehalt verschiedener Mineralien 162.
Natronsalze, Gehalt verschiedener Pflanzen 213 ff.
Naturforschung zur Zeit Bacon's von Verulam und die heutige *86* ff.; ihre Grundlagen, sinnliches Wahrnehmen und Nachdenken *89*.

Naturgesetz, Definition 88.
Naturwissenschaft s. Wissenschaft.
Neapel, Culturmethode bei 166 ff.
Newcastle, Menge der Kohlensäure, welche bei der Splintkohle-Bildung zerlegt wurde 25
Nicotiana Tabacum, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 333; Aschenbestandtheile 336.
Nöllner, Versuche mit Moosen 156.
Nordamerika, Raubbau *107* ff.; seine Kornausfuhr, ihr Erfolg *137*. 293 Anm.
Nordseewasser, Analyse 112.

O.

Oele, flüchtige und fette, Elemente 5; flüchtige, Bildung 5; enthalten Schwefel und Stickstoff 5.
Oellacher, Guanoanalyse 431.
Ofenruß, Darstellung der verschiedenen Modificationen des Humus aus 7.
Opium, Gehalt an Alkaloiden und Meconsäure 101.
Orcin zur Bildung von Farbstoffen 56.
Organe, thierische, Bedeutung der Aschenbestandtheile für dieselben 193.
Organische Basen, Säuren, Elemente derselben 4; Definition 5; Säuren, Bestandtheile aller Pflanzensäfte 5.
Organische Verbindungen der Pflanzen enthalten auf 1 Atom Kohlenstoff immer mehr als 2 Atome eines anderen Elementes 46; Bildung der stickstofffreien 48, Ueberführung derselben ineinander 48; ihre Beziehungen der verschiedenen zu einander noch wenig gekannt 51; sie bilden sich nicht sprungweise aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak 51; ihre Hauptmasse in den Pflanzen besteht aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers 54.
Orseille, Bildung 56.
Otto, Bildung von Solanin in den Kartoffeln 101.
Oxalisarten, ihr Gehalt an saurem oxalsaurem Kali 99.
Oxalsäure, ihre Bildung und Beziehung zu den Kohlenhydraten 49 ff.; Vorkommen 93.

P.

Pappelholzasche, Werth als Dünger 247.
Paris, Benutzung des Fundamentes der abgebrochenen Häuser zur Salpeterbereitung 315.
Pectin, Bedingung der Bildung 199; in weißen Rüben 195.
Peligot, Kohlenstoffgehalt der Humussäure 8.
Petersen, Bestandtheile der Holzarten 31.
Peruguano, Analysen von 432.
Pfalz, ihre Mittelerträge Anm. *130*.
Pfeifenthon, Aufschließung 188.
Pferde, Erzeugung von Steinen im Darme 92; was sie an Bodenbestandtheilen verzehren und als Excremente wieder abgeben 239; Analysen ihrer Excremente 421.
Pfirsichkerne, unreife, enthalten Ammoniak 60.
Pflanzen, Kenntniß ihrer Entwickelungsbedingungen vor 1840, *1* ff.; Erforschung ihrer Lebensbedingungen, Mitwirkung der Chemie hierbei *9*; Ernährungslehre derselben, ältere und neuere *14* ff.; Beziehungen zwischen Pflanze und Thier *14*; ihr Stickstoffgehalt, woher er stammt *16* ff., bilden

ihn aus dem Ammoniak *19*; Salpetersäure als Nahrungsmittel *20*; Nothwendigkeit der Phosphorsäure für die Pflanzen (Saussure) *19*; Alkalien und alkalische Erden, Bedeutung ihres Vorkommens in denselben nach Saussure *19*, nach Sprengel *20*; Erläuterung der Nothwendigkeit der Aschenbestandtheile *21*; Bezug des Ammoniaks von den Culturpflanzen und den wildwachsenden nach Lawes *48*. *49*; die Gesetze der Ernährung der wildwachsenden gelten auch für die Culturpflanzen *50*; erhalten ihre Nahrung nicht durch eine im Boden befindliche Lösung zugeführt *71*. 135; sie nehmen ihre Nährstoffe in unmittelbarer Berührung mit den Bodentheilchen auf 136; sie spielen bei ihrer Nahrungsaufnahme eine Rolle; es wirkt in der Wurzel eine Ursache, durch welche die Nährstoffe des Bodens löslich und übergangsfähig gemacht werden 137; die Ansicht im Anfange dieses Jahrhunderts über den Antheil des Bodens an ihrer Erzeugung *138*; Unzerstörlichkeit ihrer Nährstoffe *141*; Quellen ihrer Nahrung 3; allgemeine Bestandtheile derselben 4; Bedingungen der Entwickelung 6; Eintheilung der Bestandtheile derselben in zwei Classen 6; Quelle des Kohlenstoffes, den sie bedürfen 16; ihre wichtigste Function die Sauerstofferzeugung 26; welche Materien ihnen als Nahrung dienen 27; Hauptbestandtheile 20; Einfluß des Lichts auf Zerlegung der Kohlensäure durch dieselben 24; scheiden im Dunkeln Kohlensäure aus und saugen Sauerstoff ein 24 und 29; Fähigkeit derselben Kohlensäure zu zerlegen und Sauerstoff auszuscheiden 20; verbessern die Luft 25; Bildung und Ausscheidung humusartiger Stoffe 28; Säurebildung verschieden in den verschiedenen Tageszeiten, Ausscheidung von Sauerstoff gegen Abend 30; Ursprung der anorganischen Bestandtheile derselben 33; Assimilationsproceß derselben 52; Bedingungen ihres Gedeihens 39; Bildungshergang organischer Stoffe in denselben 50 ff.; die Aushauchung der Kohlensäure hängt mit dem Leben der Pflanze nicht zusammen 33; wie der Humus zu ihrer Ernährung beitrage 44; Beweis, daß sie mehr Sauerstoff abgeben, als einsaugen 34; erhalten zur Bildung ihrer stickstofffreien Bestandtheile den Wasserstoff vom Wasser 46; sie bilden diese aus Kohlensäure und Wasser unter Sauerstoffabscheidung 47; Ueberführung der Kohlenhydrate in einander im pflanzlichen Organismus 48; Einfachheit des chemischen Vorganges dieser Stoffumwandlung 48; Bildung der Säuren in den Pflanzen 49 ff., ihre organischen Verbindungen bilden sich nicht sprungweise aus Kohlensäure und Wasser, für die Erzeugung einer jeden Verbindung gehören gewisse äußere und innere Bedingungen 52; Hauptbestandtheile aller Pflanzen 52; sie enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, Bildungsproceß 52; Größe der Sauerstoffausscheidung 52; Lebensproceß derselben, ein Desoxydationsproceß 53; Quelle, woher sie ihren Stickstoff beziehen, nach Saussure und Berzelius 54. 55 Anm.; welche derselben Ammoniak enthalten 67; Bildungsproceß der Farbstoffe, der Alkaloide 56; woher sie ihren Stickstoff beziehen 54 ff.; Beweis dafür, daß das Ammoniak den Stickstoff liefert 68; Wirkung des Gypses 76 ff. und Arseniks 77 Anm. auf die Entwickelung; Schwefel zu ihrem Gedeihen nöthig 86; Ursprung des Schwefels in den Pflanzen 83. 90; scheiden ihnen undienliche Stoffe durch die Wurzeln aus 103; alle enthalten organische Säuren 92; Art des Vorkommens organischer Säuren 93 ff.; Verwendung und Bedeutung der organischen Säuren und Salze 93 ff. und 99 ff.; Ursprung des Schwefels in den Pflanzen 87 ff.; im Meere wachsend, nehmen Jod auf 113; Bedingungen ihres Lebens 137; gedeihen nicht in einem nur an Humussäure reichen Boden 141; Nothwendigkeit des Sauerstoffs zur Entwickelung 141. 142; Vorgänge bei ihrem Entwickelungsanfange 149; Rolle des Zuckers, der Stärke, des

Gummis bei ihrem Wachsthum 146 ff.; Größe der Nahrungsaufnahme aus der Luft 144; Rolle der stickstoffhaltigen Bestandtheile 149; ihre Nahrungsstoffe 149; die des Keimens 149; Excremente 152; Wachsthumsbedingungen, äußere 154; Ursache des zeitigen Absterbens der Blätter nahe am Boden 175; Erhöhung oder Verminderung der Lebensthätigkeit, Erfolg 160; Substanzen, die sie aus dem Boden aufnehmen 174; Einfluß des zu reichlichen Düngens 175; Bildung der organischen Säuren aus Kohlensäure, des Zuckers aus den organischen Säuren, Mitwirkung der Alkalien und Erdalkalien hierbei 198. 200 ff.; in allen ihren Theilen, am stärksten wo die Assimilationsvorgänge stattfinden, finden sich Alkalien 200; Pflanzenorgane, was sie befähigt als Nahrung für Thiere zu dienen 201; sie bilden die Stoffe, die zur Ernährung des Thieres dienen 200; diese müssen daher auch alle Substanzen enthalten, welche hierzu nöthig waren 201; verschiedene, wie viel stickstoffhaltige und wie viel stickstofffreie Stoffe sie auf einem und demselben Felde bilden 203; die Entziehung der Aschenbestandtheile des Bodens steht mit der Menge ihrer erzeugten organischen Bestandtheile in Beziehung 205; Eintheilung in Kali-, Kalk- und Kieselsäurepflanzen 212; Gehalt derselben an diesen Stoffen 213 ff.; Nahrungsmittel, die ihnen zugeführt werden müssen 233; die Korksubstanz als Excremente derselben 233; wildwachsende, deren Asche als Dünger 246; Quelle der nöthigen Kohlensäure 264 ff.; Wichtigkeit des Regens 273; Verdunstung von Wasser 269; woher sie die Nährstoffe zur Bildung ihrer verbrennlichen Bestandtheile beziehen 264; Eröffnung einer künstlichen Quelle luftförmiger Nahrung im Boden, Erfolg auf ihre Entwickelung 267. 269; einjährige und mehrjährige, Assimilationsvorgang 268 ff.; bei welchen vorzugsweise Ammoniakdünger erfolgreich ist 274; Bedingungen ihrer Samenbildung 276; von längerer oder kürzerer Vegetationszeit, Wirkung zugeführten Ammoniaks auf sie 277; ihre vermehrte Nahrungsaufnahme durch was bedingt 275; Handelspflanzen, ihre Anforderungen an den Boden, Erfolg ihres Anbaues 299; viele enthalten salpetersaure Salze 319 ff.; ihr Gehalt an Nitriten 326 ff.; Aschenbestandtheile von in reinem Sande und künstlicher Erde gezogenen 336; Aschenanalysen verschiedener, und ihrer Theile 342 ff.

Pflanzenaschen, ihre Zusammensetzung, wodurch ihre Verschiedenheit bei einer und derselben Pflanze oder Pflanzentheile bedingt ist 338 ff.; Analysen derselben 342 ff.

Pflanzenfibrin, Vorkommen 196.

Pflanzenfresser, Analyse ihres Harns 422.

Pflanzensäfte enthalten Schwefel 5; zuckerhaltige, reich an Alkalien 197.

Pflanzensaure Salze enthalten alle Pflanzen 92. 99; ihre Bedeutung und Verwendung in den Pflanzen 93. 99.

Pflug, seine Einwirkung auf den Boden 143.

Phaseolus vulgaris, Versuche über das Wachsthum 207.

Phloridzin, thätig bei der Bildung von Farbstoffen 56.

Phonolith, Analyse nach Gmelin 123; Verschiedenheit des verwitterten und nicht verwitterten 125; Natron- und Kaligehalt 162.

Phosphorsäure, ihre Nothwendigkeit für die Pflanzen (Saussure) *19*; Form, in welcher sie im Boden vorhanden ist 130. 135; zum Gedeihen der Pflanzen nöthig 170; überall vorhanden 171; welche Pflanzen den Boden hauptsächlich daran erschöpfen 205; Verbindungen sind überall vorhanden, wo sich Eiweißkörper in den Pflanzen bilden 92. 201; im Blute 193.

Phosphorsaure Salze, Vorkommen in den Pflanzen 204; Nutzen bei der Pflanzencultur 221; Gehalt verschiedener Aschen 247; Grund ihrer vorzüglichen Wirkung auf die zum Getreidebau verwendeten Felder 296.

Phytolacca decandra, Saft, färbt weiße Blüthen roth 102.
Pinus Abies, Sauerstoffverbrauch 30.
Platanen, weshalb sie jährlich ihre Rinde abwerfen 233.
Polygonum Fagopyrum, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 334; Aschenbestandtheile 336.
Populus alba, Sauerstoffverbrauch 30.
Porphyr, Boden aus demselben passend für Wiesen 106; Bildung von Thon aus ihm 127 ff.
Porter, Aschenzusammensetzung menschlicher Excremente 420.
Porcellan, in Wasser löslich 119.
Porcellanerden, Analyse 127; Ursache der Schwerschmelzbarkeit 129.
Porcellanthon-Lager, Entstehung 120.
Poudrette, Bereitung, Analyse 256. 257; Ermittelung ihres Stickstoffgehaltes, ein Maßstab zur Beurtheilung ihrer Wirksamkeit, Grund 289.
Praxis, landwirthschaftliche, ihre Beziehung zur Wissenschaft *12*.
Priestley, Versuche über die Respiration der Pflanzen 21.
Production, landwirthschaftliche, hat nicht Schritt gehalten mit der Zunahme der Bevölkerungen *155*.
Proteïn existirt nicht *24. 25*.
Proust, Gehalt verschiedener Körnersorten an Kleber 68.
Pusey, Gegner der Mineraltheorie *30. 31. 41*.

Q.

Quarz, Eigenschaften 117.
Quarzsand enthält absorbirtes Ammoniak 312.
Quellwasser, Ammoniakgehalt 61; enthält schwefelsauren Kalk 87.
Quercus alba, Sauerstoffverbrauch 30.

R.

Raubbau, geschichtliche Darstellung desselben in Italien *93* ff.; in Griechenland *96*; in Spanien *104*; in Nordamerika *107*; in Europa *111*; in England *127*; in Bayern *130*.
Regen, Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen 270 ff. 273.
Regenmenge in der Gegend von Erfurt 13.
Regenwasser, Menge, die aus einer bestimmten Quantität Luft gebildet wird 59; enthält Ammoniak und Salpetersäure *19*. 59 ff. 317 ff.; Ursache seiner Weichheit 65.
Reichthum eines Landes von der Erhaltung der Fruchtbarkeit seines Bodens abhängig *141*.
Reis ist stickstoffarm 71.
Reiset, über Ammoniakbildung 313.
Rente der Landwirthschaft jetzt höher als früher *154*, Grund *155*.
Respirationsproceß der Pflanzen 21 ff.
Rham, über die mechanische Analyse des Bodens 193.
Richardson, Analyse des Stalldüngers 429.
Riesentang, über denselben 328.
Rinden, Aschengehalt 232; ihre Borken als Excremente der Pflanzen 332.
Robiquet, Ammoniakgehalt der unreifen Früchte 68; Meconsäure wird manchmal durch eine anorganische Säure im Opium vertreten 102.
Rocellsäure, Vorkommen 93.

Roger, Analysen von Thierexcrementen 421.
Roggen, Aschenanalyse 204; der Verlust des Bodens durch seinen Anbau 210. 214. 215.
Roggenstroh, Gehalt an Salzen 213.
Rohrarten, Bedingungen ihres Gedeihens 169.
Rohrzucker, Ammoniakentwickelung beim Schmelzen 67.
Rose, über Vorkommen von phosphorsaurem Kalk in Kreide 171.
Roßkastanie, Aschenzusammensetzung 247.
Rubiaceen enthalten Chinasäure 93.
Rüben, krankhafte Ausschwitzungen 175; weiße, Aschenzusammensetzung 203; weiße, ihr Gehalt an organischen Substanzen und Wasser 195; weiße, Bestandtheile 195; bester Dünger für sie 244; Erfolg der Düngemittel auf den Ertrag je nach ihrer früheren oder späteren Aussaat 275; in welcher Weise das Feld durch ihren Anbau erschöpft wird 299.
Runkelrüben, Kohlenstoffgehalt 14; enthalten Ammoniak 68; enthalten Magnesia 108; Eigenschaften, je nachdem sie auf verschiedenen Böden wachsen 153; ihr Wassergehalt und Gehalt an festen Substanzen 195; Bestandtheile 195; Gehalt an Salzen 214; der Verlust des Bodens durch ihren Anbau 210. 214; beim Begießen mit Salpeterlösungen bei ihrem Wachsthum finden sich im Safte Nitrite 327; Untersuchung von Rübenäußerem und Rübenherz 341.
Runkelrübenmelasse, die Asche derselben als Düngemittel für Rüben 294; Umwandlung ihres Salpetersäuregehaltes in Ammoniak bei der Gährung 325.

S.

Sachsen, die Steigerung der Mehrerträge seiner Felder durch Guanoanwendung 293; Guanoverbrauch im Jahre 1852, 296.
Sägespäne, Kohlenstoffgehalt der daraus erhaltenen Humussäure 8.
Säurebildungsproceß verschiedener Pflanzen am Tage 30.
Säuren, organische Elemente derselben 4; organische Bestandtheile aller Pflanzensäfte 5; thätig bei Bildung der verschiedenen Modificationen des Humus 7; Bildungshergang in den Pflanzen 48; durch die Blätter gebildet 41; Aequivalent derselben 49; der Pflanzen, ihre Beziehungen zur Kohlensäure, ihre Metamorphosen 49; Formeln verschiedener Säuren 49; die Kohlenhydrate entstehen aus ihnen 50; Art des Vorkommens in den Pflanzen 92; kommen immer als Salze darin vor 93; Bestandtheile aller Pflanzensäfte 93; ihre Verwendung in den Pflanzen 93; ihr Vorkommen in verschiedenen Pflanzenfamilien 93; Verhalten zu Silicaten 122; organische, sind die Zwischenglieder des Uebergangs der Kohlensäure in Zucker und Kohlenhydrate überhaupt 198.
Salmiak, Bereitung aus Mistjauche 253.
Salpeter, Gewinnung in Frankreich 315.
Salpeterfraß der Mauerwerke 254.
Salpetersäure im Regenwasser *17.* 61 ff. 317; ihre Bildung aus Ammoniak *19* ff.; wie sie sich in verschiedenen Pflanzen bildet 64; Product der Verwesung stickstoffhaltiger Körper 58; die Quellen ihrer Bildung 303 bis 328; verdünnte und Zinn, Vorgang 314; wo Bildung stattfindet 314; die Quelle ist das Ammoniak 315; auf welche Weise der Proceß der Bildung vor sich geht 315; Gehalt der Brunnenwasser, Ursprung 315; Versuche über ihre Bildung von Goppelsröder 316; Umwandlung in humosen Böden in Am=

moniak 316. 325; die Pflanzen assimiliren sie 318; ihre Ueberführung in salpetrige Säure 326.
Salpetrigsaures Ammoniak, sowie andere Verbindungen dieser Säure, Bildung 326; Gehalt verschiedener Pflanzen an Nitriten 326.
Salzauswitterung aus Backsteinen 189.
Salzpflanzen, Bedingungen ihres Gedeihens 108.
Salzsäure, Verhalten zu Silicaten 122; Bildung aus ihren Bestandtheilen durch den Einfluß des Lichtes 155; freie im Magensaft 193.
Salzsoole, Verlust an Salz beim Abdampfen 110.
Salsola Kali, Vegetationsversuch in Gartenerde; wie sich die Aschenzusammensetzung verhält 100.
Samen, enthalten Schwefel 5; enthalten stets eine Stickstoffverbindung 5; sind schwefel- und sauerstoffhaltig 6; ihr Gehalt an Phosphorsäure und Stickstoff, Verhältniß zwischen diesen Stoffen 92; Bedingungen seiner Bildung bei den Pflanzen 276; Bildung bei den Cerealien, wann sie geschieht 276; Verhältniß zwischen ihrem Stickstoffgehalte und der Phosphorsäure 288.
Sand, weißer, Löslichkeit in Wasser 122; reiner, unfruchtbar 161; feuchter, Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen 207; ihn fruchtbar zu machen 208.
Sandboden, für Wiesen nicht passend 105; für Weizen untauglich 168; sein Absorptionsvermögen für pflanzliche Nährstoffe 134.
Sauerstoff, mit Kohlenstoff und Wasserstoff bildet organische Säuren 4; sauerstoffhaltige und sauerstofffreie Pflanzenbestandtheile 6; Sauerstoffgehalt der Humussäure 8; wie viel beim Verbrennen verzehrt wird 17; Sauerstoffgehalt der Luft 17; Verbrauch des Menschen 17; wird von den Pflanzen ausgeschieden 20; Sauerstoffausscheidung, eine Function der Pflanzen 26; Quelle desselben während des Winters 24; Wirkung auf Blätter, Blüthen und Früchte 29; Verbrauch verschiedener Pflanzen 30; wird von den Blättern und Holz absorbirt 31; im Dunkeln von den Pflanzen eingesogen 28; wie er wieder ersetzt wird 19; Sauerstoffgehalt der Luft jetzt größer als sonst 25; Kohlensäuregehalt der Luft 19; Kohlensäuregehalt verschiedener Luftschichten 24; Versuche mit Pflanzen 28, die Pflanzen geben mehr ab, als sie einsaugen 34; zur Verwesung nöthig 36; Menge, welche die Pflanzen ausscheiden 53; nöthig zur Entwickelung der Pflanzen 142; Menge beim Athmen verzehrt 237; wie er sich im Körper verhält 237.
Saussure, über den Ursprung des Kohlenstoffs in den wildwachsenden und in den Culturpflanzen *12*; Vorkommen des Ammoniaks *17*; Ammoniak kein Nahrungsstoff für die Pflanzen *18*. *19*. 54; über die Nothwendigkeit oder Zufälligkeit der Aschenbestandtheile in den Pflanzen *20* ff.; Versuche über die Respiration der Pflanzen 21 ff.; woher die Pflanzen ihren Stickstoff erhalten 54 Anm.; Fähigkeit des Kohlenpulvers Ammoniak zu verdichten 70; über die Nothwendigkeit mancher Aschenbestandtheile für die Pflanzen 90 Anm.; Analysen verschiedener Fichtenaschen 97 ff.; verschiedener Aschengehalt der Pflanzen je nach dem Boden auf welchem sie wachsen 95; Analyse von Dammerde 143; Bedingungen der Entwickelung der jungen Pflanzen 149; die grünen Früchte zerlegen Kohlensäure 197; Analyse des Weizenstrohes 213; Versuche mit Samen von Vicia Faba 207.
Schafmist, passender Boden für denselben 191.
Schattenmann, Einfluß der Ammoniakverbindungen auf die Krautbildung 294.
Scheele, Vorkommen des Ammoniaks *17*.
Schilfarten, Bedingungen ihres Gedeihens 169.
Schleim, der Samen verschwindet mit der Entwickelung 41.
Schneewasser enthält Ammoniak 64.
Schödler, Bestandtheile von Holzarten 32.
Schönbein, Bildung von salpetersaurem und salpetrigsaurem Ammoniak *72*.

322. 324; Ueberführung der Nitrate in Nitrite 326; Vorkommen der Nitrite in Pflanzensäften 327.
Schubert, Schilderung des Ackerbaues des vorigen Jahrhunderts *113*.
Schübler, Wirkung des Arseniks auf Pflanzen 77 Anm.
Schwefel, Bestandtheile der Samen und Pflanzensäfte 5; zum Gedeihen der Pflanzen nöthig 86; Ursprung desselben in Pflanzen 83 bis 90; in der Galle und Muskeln 193.
Schwefelfreie Pflanzenbestandtheile 6.
Schwefelsäure, Sättigungscapacität für verschiedene Alkalien 95. 96 Anm.; als Düngemittel 258.
Schwefelwasserstoffgas, Entwickelung aus Eiweiß, Fibrin und Caseïn 84.
Schweine, Untersuchung der festen Excremente 421; des Harns 422; Koth derselben als Dünger 244; ihre Ernährung mit Kartoffeln, Versuche von Boussingault *118*.
Schweiß, ammoniakhaltig 312.
Secretionsprocesse der Pflanzen 231.
Seegewächse, deren Wachsthum 222.
Seepflanzen bedürfen des Jods 113.
Seesalz, Verflüchtigung 111.
Seewasser, Analyse nach Marcet 111; Gehalt an kohlensaurem Kalk 112; Gehalt an phosphorsaurem Kalk 171.
Senf, flüchtiges Oel desselben eine Schwefelverbindung 6; schwarzer, Schwefelgehalt 86.
Senföl, schwefelhaltig und sauerstofffrei 6.
Sennebier, Versuche über die Respiration der Pflanzen 21.
Silicate, Vorkommen und Bestandtheile 116; ihre Zersetzung durch Säuren 118; durch heißes Wasser 119; Zersetzung durch kohlensaures Wasser 125; wasserhaltige und wasserfreie 122; Verhalten zu Säuren 122; Verwitterung 184 ff.
Simon, über einen Pferdedarmstein 173.
Smith, Adam, Ackerbau als Quelle des Reichthumes eines Landes *136*; seine Ansicht, von was die Dauer der Fruchtbarkeit der Felder abhängig *137*.
Smith, Guanoanalyse 434.
Solanin, Bildung in den Kartoffelkeimen 101.
Spanien, Raubbau *104* ff.
Spargelstein, Beschaffenheit 171.
Spazier, Versuche über die Wirkung des Gypses auf Pflanzen 77 Anm.
Speisen, Definition 235.
Spiegelglas, Bestandtheile 117.
Sprengel, Ansicht über die Nothwendigkeit der Aschenbestandtheile der Pflanzen *20*; Kohlenstoffgehalt der Humussäure 8; Eigenschaften der Humussäure 10.
Städte, Menge der pflanzlichen Nährstoffe, die sie jährlich in den Nahrungsmitteln empfangen 292.
Ställe, Mittel, den Ammoniakgeruch zu entfernen 254.
Stärke, Bestandtheile 4; Umwandlung in Humus 7; Kohlenstoffgehalt der aus Stärke erhaltenen Humussäure 8; Bildung aus Humus nach Meyen 26; ist kein Nahrungsmittel der Pflanzen 27; Bildung 48; abgelagerte, im Holzkörper 146.
Stalaktiten der Tropfsteinhöhlen enthalten keinen humussauren Kalk 140.
Stallmist, seine Menge, deren vermeintlicher Zusammenhang mit der Menge des erzeugten Futters *3*; frühere Ansicht über den Grund seiner Wirksamkeit *2*; als Humuserzeuger *3*; er allein erhält die Dauer der Fruchtbarkeit der Felder nicht *11*; seine Wirkung und Ersatz *11*; gleiche Mengen bringen auf

verschiedenen Feldern verschiedene Erträge hervor *54*; Begriff 245; Analyse 245; Untersuchung desselben 423.
Stammer, Aschenanalyse des Weißkrauts und der Weißrübe 203.
Steine im Blinddarme der Pferde, wie sie entstehen 92.
Steinkohle, Menge Kohlensäure, welche bei ihrer Bildung zerlegt wurde 25.
Steinkohlenasche als Bodenverbesserungsmittel 190.
Stickstoff, Gehalt der Pflanzen, woher er stammt *16* ff.; Mengen desselben in Pflanzen 5; Art seines Vorkommens in Pflanzen 5; Ursprung und Assimilation desselben in den Pflanzen 54 bis 82; welche Quelle ihn den Pflanzen liefert nach Berzelius und Saussure 54. 55; der Pflanzen stammt vom Ammoniak 66, oder von der Salpetersäure 318; Beweis, daß das Ammoniak die Quelle desselben sei 68; Gehalt der Excremente 69 ff., des Menschenharns daran 255; Ermittelung des Stickstoffgehaltes der thierischen Düngemittel, Schluß von ihm auf ihren Werth 289; sein chemisches Verhalten 320.
Stickstofffreie Verbindungen der Pflanzen 6.
Stickstoffhaltige Verbindungen der Pflanzen 6; als Nahrungsmittel 71.
Stohmann und Knop, Bildung des Kohlenstoffes der Pflanze aus der Kohlensäure der Luft, Versuche *16*; der Mais assimilirt Salpetersäure 318.
Stölzel, Aschenanalyse von Ochsenblut 203; von Ochsenfleisch 204.
Strecker, Schweineblut, Aschenanalyse 204.
Stroh, Kohlenstoffgehalt 15; von was der höhere Ertrag abhängig 271.
Strontian, salpetersaurer, wird von den Wurzeln ausgeschieden 104.
Struve, über Zerlegung der Gebirgsarten 165.
Syenit, ammoniakhaltig 308.

T.

Taback, bester Boden für denselben 108; erschöpft den Boden 107. 300; Gehalt an Salzen 213; Wachsthum in reinem Sande 208; in reinem Sande und künstlicher Ackererde 333; Aschenbestandtheile des so gewachsenen 336.
Tabacksblätter, enthalten Ammoniak 68.
Talkschiefer, enthält phosphorsauren Kalk 171.
Tanne, Boden auf dem sie gedeiht 105.
Tannenholz und Nadeln, Aschen- und Basengehalt nach Berthier 12; Humussäuregehalt 12; lufttrockenes, Kohlenstoffgehalt 14; Aschenanalyse 98; Aschenmengen 107; Alkaligehalt 107; Aschengehalt und deren Bestandtheile 232; Werth der Asche als Dünger 247.
Tannenrinde, Aschengehalt und deren Bestandtheile 232.
Taube, junge, ihre Ernährung mit Weizen 193 ff.
Taubenmist, für welche Pflanzen am besten 244.
Teltower Rübe, Einfluß der Cultur auf 153.
Terpentinöl, sauerstofffrei 6.
Theorie, die, des praktischen Landwirthes 7.
Thiere, Antheil der Chemie bei Erforschung ihrer Lebensbedingungen *9*; Beziehung zu den Pflanzen hinsichtlich des Ernährungsprocesses beider *16*. 264; seine Beziehung zum Naturgesetze *92*; empfangen die nöthigen Mineralbestandtheile durch die Pflanzennahrung 195.
Thompson, Glaubensbekenntniß des britischen Farmers *66*; Entdecker des Absorptionsvermögens der Ackererde für pflanzliche Nährstoffe 71.
Thon, gebrannter, als Düngemittel 79; Gemengtheile der Ackererden 129; seine Bildung aus verschiedenen Silicaten 126. 127; stets in fruchtbarem

Boden 160; Abstammung desselben 160 ff.; Ursache seiner Fruchtbarkeit 161; Gehalt an Kali 161 ff.; Wirkung von Kalk auf Thon 186; Veränderungen durch das Brennen 189.
Thonarten, Ursache der Schmelzbarkeit 129.
Thonboden, sein Absorptionsvermögen für pflanzliche Nährstoffe 134; schwerer, fester, wie er ertragsfähig gemacht wird 192; Düngemittel für denselben 259.
Thonerde, wirkt indirect auf die Vegetation ein, ihr Absorptionsvermögen für pflanzliche Nährstoffe, für Humussäure 162.
Thonschiefer enthält Eisenoxydul 116; Analyse nach Frick 124; Kaligehalt 161.
Thränenwasser der Weinrebe enthält Ammoniak 67.
Tiedemann, Beziehung zwischen Körpergröße und Ausbildung *117*.
Töpferthon, Aufschließung 189; sterilster Boden 188.
Torf, Darstellung der verschiedenen Modificationen des Humus aus Torf 7; Kohlenstoffgehalt der daraus erhaltenen Humussäure 8; Eigenschaften der Humussäure daraus 8.
Torfasche als Dünger 250; Analysen 436.
Trachyt, Kieselsäurekrystalle in demselben 127.
Trapp, über den Zuckersaft einer Volkameria 152.
Traubenzucker, seine Bildung 48; dessen Entstehung aus Aepfelsäure und Weinsteinsäure 50.
Trifolium pratense, Wachsthum in reinem Sand und künstlicher Ackererde 333; Aschenbestandtheile der so erhaltenen Pflanzen 336.
Tropen, Fruchtbarkeit 227.
Tropfsteinhöhlen, Bildung von Stalaktiten 140.

U.

Ulmin, Definition, Bildung 7.
Unfruchtbarkeit des Bodens, ältere Ansicht über die Ursache *1*; ihr Grund Mangel an Humus *2*; wovon abhängig 166; des reinen Sandbodens 207 ff.; anderer Böden, wovon abhängig 217.
Urin, fauler, sehr gutes Düngemittel 69 ff.; Wirkung der Fäulniß auf ihn 245 (vgl. Harn).

V.

Varrentrapp und Will, Versuche über Ammoniakbildung 308. 309.
Vauquelin, über den Ammoniakgehalt des Eisenoxyds 80.
Vegetabilien, allgemeine Bestandtheile derselben 4; Bestandtheile derselben 5; Bedingungen der Entwickelung 6; Eintheilung der Bestandtheile derselben in zwei Classen 6; Hauptnahrungsmittel derselben 7; der Humus, wie er im Boden enthalten, trägt nichts zu ihrer Ernährung bei 9; wie er dazu fähig werde 10. 11 (vgl. Pflanzen).
Vegetationsdauer der Pflanzen, wie sie zu den Nährstoffmengen des Bodens sich verhält 269.
Verbrennungsproceß im Thierkörper 237.
Verdeil, Analyse der Schafblutasche 203; der Hundeblutasche 204.
Verdunstung, Einfluß auf die Pflanzenentwickelung 270.
Verflüchtigung feuerbeständiger Substanzen 109.
Versuche, ihre richtige Anstellung, von was abhängig 90.
Verwesung, die organischen Stoffe des Bodens verstärken die Wirkungen des

Pfluges und der Atmosphäre durch ihre Verwesung *147*; worin sie besteht 36; befördernde und hindernde Mittel 37; Vorgang 56; Producte 58.

Verwitterung, ihre Wirkung auf die Felsarten und Gesteine 115 ff.; Ursachen derselben 116; Wirkung derselben 126; der Gebirgsarten, Ursachen 165 ff.; Zeit, welche zu der der Silicate gehört 184; Mittel, um sie rascher zu machen, durch mechanische Einwirkungen 183, durch chemische 187, durch Hitze 189.

Vesuv, Fruchtbarkeit des Bodens am, Ursache 164.

Vicia Faba, Wachsthumsversuch 207.

Vicia sativa, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 333; Aschenzusammensetzung der erhaltenen Pflanzen 336.

Ville, Ammoniakgehalt der Luft 63.

Völkel, Zusammensetzung des Guano von Lima 431.

Völker, Untersuchung von Stallmist 423.

Vohl, Untersuchung von Hundekothasche 421.

Volkameria, Zuckersaft der Blattdrüsen 152.

W.

Wachs, Elemente desselben 5.

Walderde, ihr Absorptionsvermögen gegen Kieselsäure 135.

Wasser liefert den Pflanzen Wasserstoff 46; destillirtes enthält Ammoniak 65; Einfluß auf die Gebirgsarten 115; Einfluß des heißen auf die Silicate 119; enthält immer erdige Substanzen 119; löst keine Humussäure 140; Nutzen für die Pflanzen 273; seine doppelte Rolle in der Vegetation 272; seine Wirkung auf den Uebergang der Nährstoffe in die Pflanzen 273.

Wasserdampf, Tensionskraft und specifisches Gewicht 59; Menge in der Luft 59.

Wasserglas, Bereitung 117; Verhalten zur Kohlensäure 120; Verhalten zur Kreide 129.

Wasserstoff, als Bestandtheil aller Pflanzen 4; Wasserstoffgehalt der Humussäure 8, mehrerer Holzarten 32; Menge, um mit Sauerstoff Wasser zu bilden 32; Form desselben im Holze 47; Ursprung und Assimilation durch die Pflanzen 46 bis 54; der der stickstofffreien Pflanzentheile stammt vom Wasser 46.

Way, Entdecker des Absorptionsvermögens der Ackererde für pflanzliche Nährstoffe *71*; Analysen von Peruguano 432.

Wechselwirthschaft, 193 bis 234; Erfolg 218; durch Ansäen von Brachfrucht begünstigt 234 (vgl. Fruchtwechselwirthschaft).

Weidenholz, Eigenschaft der aus faulem Weidenholz erhaltenen Humussäure 8.

Weinbau, seine Düngerconsumtion 300.

Weinsäure, Bildung 49; kann als Oxalsäure betrachtet werden, die zur Hälfte in Zucker übergegangen ist 51; Gehalt der unreifen Trauben an derselben 51; Vorkommen 93.

Weinstock, Einfluß von stickstoffreichem Dünger 107; bester Boden und Dünger 107; Grund und Nutzen des Beschneidens 145.

Weintrauben, die unreifen enthalten Weinsäure, die reifen Aepfelsäure 51.

Weißkraut, Aschenzusammensetzung 203.

Weiße Rübe, Bestandtheile 195; Gehalt an Salzen 213.

Weizen, Klebergehalt 68; auf welchem Boden er gedeiht 105; warum er auf manchem Boden nicht gedeiht 168; erschöpft den Boden 168; Einfluß als Futter auf Tauben 193; Verlust des Bodens durch den Anbau

210. 214; Körner und Stroh, Gehalt deren Asche an düngenden Substanzen 247; Stroh, Aschenmenge 105. Gehalt an Salzen 213.

Wicken, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 333; Aschenzusammensetzung der geernteten Pflanzen 336.

Wiegmann und Polstorf, Ammoniakgehalt der Brunnenwasser 65; Versuche mit Salsola-Kali 101 Anm.; Salzgehalt verschiedener Pflanzen 213; Vegetationsversuche in reinem Sande 197; in reinem Sande und künstlicher Ackererde, und ihre Resultate 331 bis 337.

Wiesen, bester Boden für sie 105; Vergleich ihrer Erträge an stickstoffhaltigen Substanzen mit denen von Getreidefeldern, Schlüsse 281.

Wiesenklee, Wachsthum in reinem Sande und künstlicher Ackererde 333; Aschenzusammensetzung der geernteten Pflanzen 336.

Wilhelmi, Verlust an Salz beim Abdampfen der Salzsoolen 110.

Will, Analyse des Heues und der Runkelrüben 14 Anm.; von Erbsen und Roggen 204 Anm.; und Varrentrapp über Ammoniakbildung 309.

Wind, Schnelligkeit 24.

Winkler, Analyse von Peruguano 431.

Winterschlaf der Thiere, Rolle des Körperfettes während desselben 147.

Wissenschaft, ihr Einfluß auf die Vorstellungen der Praxis *139*; ihr Zustand in England *74*; was ihre Geschichte lehrt *13*; Verlangen der praktischen Landwirthschaft an sie *8*.

Wöhler, Bildung von Stickstoffbor, Zerlegung desselben durch Wasserdämpfe, Producte 321.

Wohnungen, Ursache der Ungesundheit feuchter 32 Anm.

Wolff, die Ferdinandsquelle enthält phosphorsaures Natron 171.

Wolle als Dünger 258.

Wurzeln, saugen Kohlensäure auf 39; sie sammeln die Aschenbestandtheile 113; Art und Weise der Aufnahme der absorbirten Nährstoffe vom Boden 136; reich an Amylon 146; ihre Oberfläche und die Nahrungsaufnahme 267.

Wurzelbildung des Embryo, Antheil der Stärke daran 149.

Z.

Zeolith, Zusammensetzung 124; Gehalt an Alkalien 162.

Zierpflanzen, Verhinderung der Blüthe 144.

Zink und schmelzendes Kalihydrat, es tritt Ammoniakentwickelung für kurze Zeit ein 311.

Zinn, Verhalten zu verdünnter Salpetersäure 325.

Zoeller, Untersuchung von Klee von ungleicher Entwickelung aber gleicher Wachsthumszeit 340; vom Rübenäußern und Rübenherz 341; von Mistjauche 430; von Torfasche 436.

Zucker, Bestandtheile 4; Umwandlung in Humus 7; Kohlenstoffgehalt der aus Zucker erhaltenen Humussäure 8; Bildung aus Humus, nach Meyen 26; dient nicht zur Ernährung der Pflanzen 27; Bildung 48; durch die Blätter gebildet 41; der Samen verschwindet bei der Entwickelung 41; Bildung im Ahorn 149; Bildung aus Amylon 146; Bildung beim Keimen 149; seine Bildung 197 ff.

Zwergobst, Wirkung des Beschneidens 145.

Zwiebeln, Schwefelgehalt 86.

Berichtigungen zur Einleitung.

Seite 75 Zeile 5 von unten lies Black statt Blake.
" 77 " 6 von oben lies Stokes statt Strokes.
" 84 " 8 von unten lies Blutlaugensalz statt Berlinerblau.
" 96 " 13 von oben lies Platää statt Platäa.

472
61

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY